

**DER EINFLUSS VON ENTMÜDUNGSMASSAGE
UND ENTMÜDUNGSBAD AUF DIE
WIEDERHERSTELLUNG DER SPORTLICHEN
LEISTUNGSFÄHIGKEIT**

**-Ergebnisse der Laufbandergometrie
bei gut trainierten Sportlern-**

Kurt Steininger

1402

AUS DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. A. N. Witt

DER EINFLUSS VON ENTMÜDUNGSMASSAGE UND ENTMÜDUNGSBAD
AUF DIE WIEDERHERSTELLUNG DER SPORTLICHEN LEISTUNGS-
FÄHIGKEIT

-ERGEBNISSE DER LAUFBANDERGOMETRIE BEI GUT
TRAINIERTEN SPORTLERN-

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

K U R T S T E I N I N G E R

aus München

München 1982

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Keyl
Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. N. Witt
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 11.6.1982



INHALT

I. Einleitung und Begründung	1
1.1. Ausgangspunkt	2
1.2. Zielsetzung	3
II. Grundlagen	10
2.1. Begrifflichkeiten	11
2.2. Historischer Überblick	12
2.3. Theoretische Grundlagen	13
2.3.1. Grundlegung des Systems	14
2.3.2. Entwicklung des Systems	15
2.3.3. Anwendung des Systems	16
2.3.4. Bewertung des Systems	17
2.3.5. Zusammenfassung	18
2.4. Ergebnisse	19
III. Diskussion	20
3.1. Stärken und Grenzen	21
3.2. Ausblick	22
3.3. Fazit	23
3.4. Literaturverzeichnis	24
3.5. Anhang	25
3.6. Zusammenfassung	26
3.7. Schlusswort	27
3.8. Bibliographie	28
3.9. Index	29
3.10. Glossar	30
3.11. Literaturverzeichnis	31
3.12. Anhang	32
3.13. Zusammenfassung	33
3.14. Schlusswort	34
3.15. Bibliographie	35
3.16. Index	36
3.17. Glossar	37
3.18. Literaturverzeichnis	38
3.19. Anhang	39
3.20. Zusammenfassung	40
3.21. Schlusswort	41
3.22. Bibliographie	42
3.23. Index	43
3.24. Glossar	44
3.25. Literaturverzeichnis	45
3.26. Anhang	46
3.27. Zusammenfassung	47
3.28. Schlusswort	48
3.29. Bibliographie	49
3.30. Index	50
3.31. Glossar	51
3.32. Literaturverzeichnis	52
3.33. Anhang	53
3.34. Zusammenfassung	54
3.35. Schlusswort	55
3.36. Bibliographie	56
3.37. Index	57
3.38. Glossar	58
3.39. Literaturverzeichnis	59
3.40. Anhang	60
3.41. Zusammenfassung	61
3.42. Schlusswort	62
3.43. Bibliographie	63
3.44. Index	64
3.45. Glossar	65
3.46. Literaturverzeichnis	66
3.47. Anhang	67
3.48. Zusammenfassung	68
3.49. Schlusswort	69
3.50. Bibliographie	70
3.51. Index	71
3.52. Glossar	72
3.53. Literaturverzeichnis	73
3.54. Anhang	74
3.55. Zusammenfassung	75
3.56. Schlusswort	76
3.57. Bibliographie	77
3.58. Index	78
3.59. Glossar	79
3.60. Literaturverzeichnis	80
3.61. Anhang	81
3.62. Zusammenfassung	82
3.63. Schlusswort	83
3.64. Bibliographie	84
3.65. Index	85
3.66. Glossar	86
3.67. Literaturverzeichnis	87
3.68. Anhang	88
3.69. Zusammenfassung	89
3.70. Schlusswort	90
3.71. Bibliographie	91
3.72. Index	92
3.73. Glossar	93
3.74. Literaturverzeichnis	94
3.75. Anhang	95
3.76. Zusammenfassung	96
3.77. Schlusswort	97
3.78. Bibliographie	98
3.79. Index	99
3.80. Glossar	100
3.81. Literaturverzeichnis	101
3.82. Anhang	102
3.83. Zusammenfassung	103
3.84. Schlusswort	104
3.85. Bibliographie	105
3.86. Index	106
3.87. Glossar	107
3.88. Literaturverzeichnis	108
3.89. Anhang	109
3.90. Zusammenfassung	110
3.91. Schlusswort	111
3.92. Bibliographie	112
3.93. Index	113
3.94. Glossar	114
3.95. Literaturverzeichnis	115
3.96. Anhang	116
3.97. Zusammenfassung	117
3.98. Schlusswort	118
3.99. Bibliographie	119
3.100. Index	120
3.101. Glossar	121
3.102. Literaturverzeichnis	122
3.103. Anhang	123
3.104. Zusammenfassung	124
3.105. Schlusswort	125
3.106. Bibliographie	126
3.107. Index	127
3.108. Glossar	128
3.109. Literaturverzeichnis	129
3.110. Anhang	130
3.111. Zusammenfassung	131
3.112. Schlusswort	132
3.113. Bibliographie	133
3.114. Index	134
3.115. Glossar	135
3.116. Literaturverzeichnis	136
3.117. Anhang	137
3.118. Zusammenfassung	138
3.119. Schlusswort	139
3.120. Bibliographie	140
3.121. Index	141
3.122. Glossar	142
3.123. Literaturverzeichnis	143
3.124. Anhang	144
3.125. Zusammenfassung	145
3.126. Schlusswort	146
3.127. Bibliographie	147
3.128. Index	148
3.129. Glossar	149
3.130. Literaturverzeichnis	150
3.131. Anhang	151
3.132. Zusammenfassung	152
3.133. Schlusswort	153
3.134. Bibliographie	154
3.135. Index	155
3.136. Glossar	156
3.137. Literaturverzeichnis	157
3.138. Anhang	158
3.139. Zusammenfassung	159
3.140. Schlusswort	160
3.141. Bibliographie	161
3.142. Index	162
3.143. Glossar	163
3.144. Literaturverzeichnis	164
3.145. Anhang	165
3.146. Zusammenfassung	166
3.147. Schlusswort	167
3.148. Bibliographie	168
3.149. Index	169
3.150. Glossar	170
3.151. Literaturverzeichnis	171
3.152. Anhang	172
3.153. Zusammenfassung	173
3.154. Schlusswort	174
3.155. Bibliographie	175
3.156. Index	176
3.157. Glossar	177
3.158. Literaturverzeichnis	178
3.159. Anhang	179
3.160. Zusammenfassung	180
3.161. Schlusswort	181
3.162. Bibliographie	182
3.163. Index	183
3.164. Glossar	184
3.165. Literaturverzeichnis	185
3.166. Anhang	186
3.167. Zusammenfassung	187
3.168. Schlusswort	188
3.169. Bibliographie	189
3.170. Index	190
3.171. Glossar	191
3.172. Literaturverzeichnis	192
3.173. Anhang	193
3.174. Zusammenfassung	194
3.175. Schlusswort	195
3.176. Bibliographie	196
3.177. Index	197
3.178. Glossar	198
3.179. Literaturverzeichnis	199
3.180. Anhang	200
3.181. Zusammenfassung	201
3.182. Schlusswort	202
3.183. Bibliographie	203
3.184. Index	204
3.185. Glossar	205
3.186. Literaturverzeichnis	206
3.187. Anhang	207
3.188. Zusammenfassung	208
3.189. Schlusswort	209
3.190. Bibliographie	210
3.191. Index	211
3.192. Glossar	212
3.193. Literaturverzeichnis	213
3.194. Anhang	214
3.195. Zusammenfassung	215
3.196. Schlusswort	216
3.197. Bibliographie	217
3.198. Index	218
3.199. Glossar	219
3.200. Literaturverzeichnis	220
3.201. Anhang	221
3.202. Zusammenfassung	222
3.203. Schlusswort	223
3.204. Bibliographie	224
3.205. Index	225
3.206. Glossar	226
3.207. Literaturverzeichnis	227
3.208. Anhang	228
3.209. Zusammenfassung	229
3.210. Schlusswort	230
3.211. Bibliographie	231
3.212. Index	232
3.213. Glossar	233
3.214. Literaturverzeichnis	234
3.215. Anhang	235
3.216. Zusammenfassung	236
3.217. Schlusswort	237
3.218. Bibliographie	238
3.219. Index	239
3.220. Glossar	240
3.221. Literaturverzeichnis	241
3.222. Anhang	242
3.223. Zusammenfassung	243
3.224. Schlusswort	244
3.225. Bibliographie	245
3.226. Index	246
3.227. Glossar	247
3.228. Literaturverzeichnis	248
3.229. Anhang	249
3.230. Zusammenfassung	250
3.231. Schlusswort	251
3.232. Bibliographie	252
3.233. Index	253
3.234. Glossar	254
3.235. Literaturverzeichnis	255
3.236. Anhang	256
3.237. Zusammenfassung	257
3.238. Schlusswort	258
3.239. Bibliographie	259
3.240. Index	260
3.241. Glossar	261
3.242. Literaturverzeichnis	262
3.243. Anhang	263
3.244. Zusammenfassung	264
3.245. Schlusswort	265
3.246. Bibliographie	266
3.247. Index	267
3.248. Glossar	268
3.249. Literaturverzeichnis	269
3.250. Anhang	270
3.251. Zusammenfassung	271
3.252. Schlusswort	272
3.253. Bibliographie	273
3.254. Index	274
3.255. Glossar	275
3.256. Literaturverzeichnis	276
3.257. Anhang	277
3.258. Zusammenfassung	278
3.259. Schlusswort	279
3.260. Bibliographie	280
3.261. Index	281
3.262. Glossar	282
3.263. Literaturverzeichnis	283
3.264. Anhang	284
3.265. Zusammenfassung	285
3.266. Schlusswort	286
3.267. Bibliographie	287
3.268. Index	288
3.269. Glossar	289
3.270. Literaturverzeichnis	290
3.271. Anhang	291
3.272. Zusammenfassung	292
3.273. Schlusswort	293
3.274. Bibliographie	294
3.275. Index	295
3.276. Glossar	296
3.277. Literaturverzeichnis	297
3.278. Anhang	298
3.279. Zusammenfassung	299
3.280. Schlusswort	300
3.281. Bibliographie	301
3.282. Index	302
3.283. Glossar	303
3.284. Literaturverzeichnis	304
3.285. Anhang	305
3.286. Zusammenfassung	306
3.287. Schlusswort	307
3.288. Bibliographie	308
3.289. Index	309
3.290. Glossar	310
3.291. Literaturverzeichnis	311
3.292. Anhang	312
3.293. Zusammenfassung	313
3.294. Schlusswort	314
3.295. Bibliographie	315
3.296. Index	316
3.297. Glossar	317
3.298. Literaturverzeichnis	318
3.299. Anhang	319
3.300. Zusammenfassung	320
3.301. Schlusswort	321
3.302. Bibliographie	322
3.303. Index	323
3.304. Glossar	324
3.305. Literaturverzeichnis	325
3.306. Anhang	326
3.307. Zusammenfassung	327
3.308. Schlusswort	328
3.309. Bibliographie	329
3.310. Index	330
3.311. Glossar	331
3.312. Literaturverzeichnis	332
3.313. Anhang	333
3.314. Zusammenfassung	334
3.315. Schlusswort	335
3.316. Bibliographie	336
3.317. Index	337
3.318. Glossar	338
3.319. Literaturverzeichnis	339
3.320. Anhang	340
3.321. Zusammenfassung	341
3.322. Schlusswort	342
3.323. Bibliographie	343
3.324. Index	344
3.325. Glossar	345
3.326. Literaturverzeichnis	346
3.327. Anhang	347
3.328. Zusammenfassung	348
3.329. Schlusswort	349
3.330. Bibliographie	350
3.331. Index	351
3.332. Glossar	352
3.333. Literaturverzeichnis	353
3.334. Anhang	354
3.335. Zusammenfassung	355
3.336. Schlusswort	356
3.337. Bibliographie	357
3.338. Index	358
3.339. Glossar	359
3.340. Literaturverzeichnis	360
3.341. Anhang	361
3.342. Zusammenfassung	362
3.343. Schlusswort	363
3.344. Bibliographie	364
3.345. Index	365
3.346. Glossar	366
3.347. Literaturverzeichnis	367
3.348. Anhang	368
3.349. Zusammenfassung	369
3.350. Schlusswort	370
3.351. Bibliographie	371
3.352. Index	372
3.353. Glossar	373
3.354. Literaturverzeichnis	374
3.355. Anhang	375
3.356. Zusammenfassung	376
3.357. Schlusswort	377
3.358. Bibliographie	378
3.359. Index	379
3.360. Glossar	380
3.361. Literaturverzeichnis	381
3.362. Anhang	382
3.363. Zusammenfassung	383
3.364. Schlusswort	384
3.365. Bibliographie	385
3.366. Index	386
3.367. Glossar	387
3.368. Literaturverzeichnis	388
3.369. Anhang	389
3.370. Zusammenfassung	390
3.371. Schlusswort	391
3.372. Bibliographie	392
3.373. Index	393
3.374. Glossar	394
3.375. Literaturverzeichnis	395
3.376. Anhang	396
3.377. Zusammenfassung	397
3.378. Schlusswort	398
3.379. Bibliographie	399
3.380. Index	400
3.381. Glossar	401
3.382. Literaturverzeichnis	402
3.383. Anhang	403
3.384. Zusammenfassung	404
3.385. Schlusswort	405
3.386. Bibliographie	406
3.387. Index	407
3.388. Glossar	408
3.389. Literaturverzeichnis	409
3.390. Anhang	410
3.391. Zusammenfassung	411
3.392. Schlusswort	412
3.393. Bibliographie	413
3.394. Index	414
3.395. Glossar	415
3.396. Literaturverzeichnis	416
3.397. Anhang	417
3.398. Zusammenfassung	418
3.399. Schlusswort	419
3.400. Bibliographie	420
3.401. Index	421
3.402. Glossar	422
3.403. Literaturverzeichnis	423
3.404. Anhang	424
3.405. Zusammenfassung	425
3.406. Schlusswort	426
3.407. Bibliographie	427
3.408. Index	428
3.409. Glossar	429
3.410. Literaturverzeichnis	430
3.411. Anhang	431
3.412. Zusammenfassung	432
3.413. Schlusswort	433
3.414. Bibliographie	434
3.415. Index	435
3.416. Glossar	436
3.417. Literaturverzeichnis	437
3.418. Anhang	438
3.419. Zusammenfassung	439
3.420. Schlusswort	440
3.421. Bibliographie	441
3.422. Index	442
3.423. Glossar	443
3.424. Literaturverzeichnis	444
3.425. Anhang	445
3.426. Zusammenfassung	446
3.427. Schlusswort	447
3.428. Bibliographie	448
3.429. Index	449
3.430. Glossar	450
3.431. Literaturverzeichnis	451
3.432. Anhang	452
3.433. Zusammenfassung	453
3.434. Schlusswort	454
3.435. Bibliographie	455
3.436. Index	456
3.437. Glossar	457
3.438. Literaturverzeichnis	458
3.439. Anhang	459
3.440. Zusammenfassung	460
3.441. Schlusswort	461
3.442. Bibliographie	462
3.443. Index	463
3.444. Glossar	464
3.445. Literaturverzeichnis	465
3.446. Anhang	466
3.447. Zusammenfassung	467
3.448. Schlusswort	468
3.449. Bibliographie	469
3.450. Index	470
3.451. Glossar	471
3.452. Literaturverzeichnis	472
3.453. Anhang	473
3.454. Zusammenfassung	474
3.455. Schlusswort	475
3.456. Bibliographie	476
3.457. Index	477
3.458. Glossar	478
3.459. Literaturverzeichnis	479
3.460. Anhang	480
3.461. Zusammenfassung	481
3.462. Schlusswort	482
3.463. Bibliographie	483
3.464. Index	484
3.465. Glossar	485
3.466. Literaturverzeichnis	486
3.467. Anhang	487
3.468. Zusammenfassung	488
3.469. Schlusswort	489
3.470. Bibliographie	490
3.471. Index	491
3.472. Glossar	492
3.473. Literaturverzeichnis	493
3.474. Anhang	494
3.475. Zusammenfassung	495
3.476. Schlusswort	496
3.477. Bibliographie	497
3.478. Index	498
3.479. Glossar	499
3.480. Literaturverzeichnis	500
3.481. Anhang	501
3.482. Zusammenfassung	502
3.483. Schlusswort	503
3.484. Bibliographie	504
3.485. Index	505
3.486. Glossar	506
3.487. Literaturverzeichnis	507
3.488. Anhang	508
3.489. Zusammenfassung	509
3.490. Schlusswort	510

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Einleitung und Fragestellung	5
1.1. Entmüdungsbad	6
1.2. Entmüdungsmassage	7
2. Methodik	10
2.1. Untersuchungsgut	10
2.2. Untersuchungsablauf	10
2.3. Labormethoden und Messungen	11
2.3.1. Bestimmung des Laktats	11
2.3.2. Bestimmung der Enzyme	14
2.3.2.1. Bestimmung der GOT-Aktivität	14
2.3.2.2. Bestimmung der GPT-Aktivität	15
2.3.2.3. Bestimmung der LDH-Aktivität	15
2.3.2.4. Bestimmung der CK-Aktivität	16
2.3.3. Bestimmung der Blutgase	17
2.3.4. Messung der Herzfrequenz	18
2.4. Statistik	19
3. Ergebnisse	20
3.1. Protokolle der Einzelwerte	20
3.1.1. Laktat	21
3.1.2. Herzfrequenz	22
3.1.3. pH	23
3.1.4. $p\text{CO}_2$	24
3.1.5. $p\text{O}_2$	25
3.1.6. HCO_3	26
3.1.7. Base excess (BE)	27
3.1.8. GOT	28

	Seite
3.1.9. GPT	29
3.1.10. LDH	30
3.1.11. CK	31
4. Diskussion	32
4.1. Laktat	32
4.2. Herzfrequenz	35
4.3. Blutgase	37
4.3.1. pH	38
4.3.2. pCO_2	42
4.3.3. pO_2	46
4.3.4. HCO_3	50
4.3.5. BE	54
4.4. Enzyme	58
5. Zusammenfassung	68
6. Literatur	70
Danksagung	75
Anhang: Lebenslauf	76

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Noch 1936 mußte ein Olympiasieger oft nur zweimal in der Woche trainieren, um seinen Olympiasieg zu sichern. In den letzten Jahrzehnten, vorallem aber in den letzten Jahren, ist die Trainingsbelastung der Hochleistungssportler jedoch erheblich angestiegen. Eine Anhäufung von Verletzungen und Überlastungsschäden wird beobachtet. Eine der Ursachen für die vermehrte Verletzungsanfälligkeit der Spitzensportler dürfte die mangelhaft durchgeführte Entmüdung nach sportlicher Beanspruchung sein.

Es ist seit langem bekannt, daß ein regenerativer Dauerlauf eine positive Wirkung auf die Verarbeitung eines Trainingsreizes hat. Diese regenerativen Dauerläufe findet man jedoch ausschließlich in der Leichtathletik. Im Schwimmsport wird bereits ebenfalls von einem regenerativen "Ausschwimmen" Gebrauch gemacht. Anderen Sportarten, die vorallem kompositorische und koordinative Fähigkeiten verlangen, sind diese aktiven Maßnahmen weitgehend fremd. Es werden vielmehr immer wieder passive Maßnahmen an dem Sportler durchgeführt, mit dem Ziel, eine Entmüdung zu erreichen.

Bisher gibt es relativ wenig Aussagen zu der eigentlichen Wirksamkeit dieser Verschiedenen Maßnahmen. Da es im Sport mehrere leistungslimitierende Faktoren gibt -darunter fallen vorallem die muskulär bedingte Acidose, das Laktat und die verminderte Alkalireserve- ist es Zweck dieser Arbeit; nachzuweisen, ob durch eine entsprechende Manipulation am Sportler ein rascher Abtransport der Stoffwechselabbauprodukte erreicht werden kann. Hierzu werden zwei Entmüdungsmaßnahmen

ausgewählt, die schon seit langer Zeit zur Regeneration verwendet werden. Es handelt sich um die Entmüdungsmassage und das Entmüdungsbad.

1.1. Entmüdungsbad

Bereits ARISTOTELES (384 -322/321 v. Chr.) befaßt sich in seinen Schriften mit der Anwendung von kalten und warmen Wasser als Hausmittel bei Erschöpfungszuständen. Auch HOMER beschreibt den Nutzeffekt warmer Bäder bei Ermüdung und Verletzung.

Obwohl heute das warme Bad zu den bewährten und wirksamen Mitteln der physikalischen Therapie gehört, gründet sich seine klinische Anwendung zum großen Teil auf empirische Beobachtungen. Namentlich die feineren biochemischen Vorgänge sind noch weitgehend unbekannt (23)

Allgemeine Wärmeanwendungen werden heute in erster Linie zur Förderung der Durchblutung verordnet (1, 9, 12, 15, 16, 19, 23, 25, 30, 31, 39, 41, 44). Damit werden aber auch eine Anregung des Stoffwechsels, eine Detonisierung der Muskel, die Resorptionsförderung von Exsudaten und eine Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit herbeigeführt.

Das Wärmebad bewirkt eine Gefäßerweiterung und eine erhöhte Blutzirkulation, einmal durch direkte Wirkung des Wärmereizes auf die Gefäßnerven mit dem Erfolg einer vasomotorischen Dilatation, zum anderen dadurch, daß die Wärmerezeptoren mit Hilfe des zentralen Axonreflexes eine Gefäßerweiterung bewirken.

AMELUNG führt die Dilatation der Hautgefäße auf Substanzen zurück, die in der Haut vorhanden sind und durch das Warmbad ausgeschieden werden. Am wichtigsten ist hier das Acetylcholin, die Transmittersubstanz des Vagus. Durch das Warmbad wird die Reaktionslage der gesamten Haut im Sinne eines erhöhten Vagustonus umgestellt (1).

Einige Autoren (AMELUNG, FEY, LAMPERT) beschreiben, daß sich die Herzfrequenz durch die Wärmeeinwirkung und die daraus resultierende Durchblutungssteigerung, die wiederum eine verstärkte Herzarbeit bedingen, erhöht. Noch sind bisher keine Untersuchungsergebnisse bekannt, wie sich ein Warmbad auf den Erholungspuls nach einer körperlichen Ausbelastung auswirkt.

Die Vorgänge im Säure-Basen-Haushalt werden unterschiedlich beurteilt. Einige Wissenschaftler stellen eine Senkung der alveolären CO_2 -Spannung bei uneinflußter Alkalireserve fest. Für diesen Befund werden neben einer erhöhten Abgabe von CO_2 durch die Haut, die Hyperventilation im Dienste der Wärmeregulation und der gesteigerte Blutumlauf verantwortlich gemacht. Andere Autoren finden die Alkalireserve erhöht, bzw. gesenkt. Der pH-Wert steigt bei den meisten Untersuchungen an (1, 19, 23).

1.2. Entmüdungsmassage

Die Massage verdankt ihre weite Verbreitung im Sport wie in der Krankenbehandlung den guten Erfahrungen, die mit ihrer Anwendung seit frühesten Zeiten gemacht wurden (15).

Ihr Zweck ist von GALEN (130 - 199 n. Chr.) mit dem Satz beschrieben worden: "Daß die Teile erweicht werden, was sich durch die darüber ausbreitende lebhaftere Farbe, durch die größere Geschmeidigkeit der Glieder und durch die Fähigkeit, allen Bewegungen mit Leichtigkeit zu folgen, kundgibt."

Neben ihren Indikationen bei zahlreichen Krankheiten hat die Massage heute einen festen Platz in der Sportmedizin. THOMPSON (1949) beschreibt die Massagewirkung folgendermaßen: "Die Ganzmassage ist das Ideal einer Sportmassage, nach der man erfrischt und neu gestärkt wieder aufsteht, voll neuer Spannung und fähig zu neuen Leistungen."

KOHLRAUSCH (1963): "Im Anschluß daran kommt es bei Gesunden zu einer ausgesprochenen Erfrischung mit Steigerung aller Arten von Leistungsfähigkeit, die die Verwendung der Massage im Sport so bedeutsam macht."

PROKOP (1962) unterscheidet je nach dem Zeitpunkt der Anwendung zwischen

1. Trainingsmassage, vor einem neu aufzunehmenden Training,
2. Wettkampfmassage, sie dient der Vorbereitung für Höchstleistungen,
3. Zwischenaktmassage, besonders bei Zehnkämpfern anzuwenden und
4. Entmüdungsmassage nach einer Leistung, um den Abtransport von Stoffwechselabbauprodukten aus den Muskeln zu beschleunigen (13).

Über den Wirkungsmechanismus der Muskelmassage gibt es zahlreiche Behauptungen, die sich bei einer näheren Überprüfung als haltlose Vermutungen erweisen.

Sie werden nicht oder nur unzulänglich durch Experimente gestützt (17). So wird erstmalig wissenschaftlich die Wirkung der Massage auf die Leistung von E. A. MÜLLER (1961) geprüft. Er belastet Sportler mehrmals für 5 min mit 70 Watt am Fahrradergometer. Zwischen den Belastungen wird die Wadenmuskulatur massiert und dadurch der Erschöpfungsvorgang aufgehalten.

Zweck dieser Arbeit ist es, zu untersuchen und gegebenenfalls nachzuweisen, daß durch geeignete Entmüdungsmaßnahmen die Regenerationsfähigkeit von Sportlern nach Belastung verbessert werden kann. Dazu werden der Einfluß von Entmüdungsmassage und Entmüdungsbad auf das Verhalten von Serum-Laktat und die Herzfrequenz nach Laufbandergometrie bei gut trainierten Sportlern untersucht. PH , pCO_2 , pO_2 , HCO_3 , Base excess und die muskelspezifischen Enzyme wurden mit erfaßt.

2. METHODIK

Die Untersuchungen und die Laborarbeiten wurden im Sportmedizinischen Untersuchungszentrum des Bayer. Landessportverbandes durchgeführt.

2.1. Untersuchungsgut

Die 10 Sportler, die sich als freiwillige Probanden zur Verfügung stellten, sind bis auf zwei Ausnahmen gut durchtrainierte Handballspieler mit Bundesliganiveau und Studenten im Alter zwischen 24 und 32 Jahren.

Vor dem Versuchsbeginn und der Blutabnahme wurde von den Probanden eine kurze Anamnese erhoben, speziell hinsichtlich etwaiger eigener oder familiärer Stoffwechselkrankheiten, der EBgewohnheiten und des Trainingspensums. Daraus ging hervor, daß die Probanden organisch gesund und gut trainiert waren und regelmäßige EBgewohnheiten hatten.

2.2. Untersuchungsablauf

Nach einer allgemeinen Untersuchung, wobei Herz und Lunge auskultiert, der Blutdruck und die Herzfrequenz gemessen, Reflexe geprüft und der Gesundheitszustand protokolliert wurden, liefen die Probanden jeweils eine halbe Stunde auf dem Laufband mit einer Laufbelastung von 12 km/h.

Den Sportlern wurde vor Belastung, 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 1 h, 2 h, 24 h und 48 h nach der Belastung die Herzfrequenz gemessen und

Kapillarblut aus dem mit Finalgon forte hyperämisierten Ohrläppchen in je zwei Glaskapillaren (20 µl und 50 µl) entnommen. Zusätzlich gaben die Sportler vor der Belastung, 1 h, 2 h, 24 h und 48 h nach der Belastung 10 ml Blut aus einer Cubitalvene ab. Der 24- und 48-Stundenwert wurde nur im ersten Untersuchungsgang ermittelt, im zweiten wurde wegen der zu geringen Aussagekraft auf diese Werte verzichtet.

Im ersten Untersuchungsgang gab es für die Sportler keine spezifischen Regenerationsmaßnahmen. Nach 6 Tagen, im zweiten Untersuchungsgang, erhielt die eine Hälfte der Sportler 5 Minuten nach der Belastung ein Entmüdungsvollbad über die Dauer von 15 min mit einer Temperatur von 36° C. Die anderen 5 Sportler erhielten 5 min nach der Belastung eine Ganzkörper-Entmüdungsmassage über 30 min Dauer.

2.3. Labormethoden und Messungen

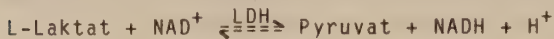
2.3.1. Bestimmung des Laktats

Die Laktatbestimmung erfolgte mit der Testkombination Laktat von Boehringer Mannheim. Anstatt der angegebenen Makromethode wurde eine Halbmikromethode durchgeführt.

Hierzu wurde aus dem mit Finalgon forte hyperämisierten Ohrläppchen 20 µl Blut mit einer auf 20 µl geeichten Capilette entnommen. Die Enteiweißung des Blutes erfolgte mit 200 µl 0,6 N Perchlorsäure.

Die Proben wurden dann 2 min lang bei 8000 U/min zentrifugiert. Bis zur Weiterverarbeitung wurde der Überstand (Serum) im Kühlfach bei +4° C aufbewahrt. Die Weiterverarbeitung erfolgte innerhalb 24 h.

Testprinzip: Folgende chemische Reaktion ist die Grundlage für die Bestimmungsmethode für das Serum-Laktat:



Lösungsansatz

- Hydrazinpuffer. Der Inhalt wurde mit destilliertem Wasser auf 75 ml verdünnt.
- NAD 27 mmol/L. Der Inhalt wurde mit 7 ml destilliertem Wasser gelöst.
- LDH $\hat{=}$ 650 U/ml. Der Inhalt wurde unverdünnt verwendet.

Apparaturen

- Fotometer mit Filter von Wellenlänge 366 nm der Firma Eppendorf
- Halbmikroküvetten von Schichtdicke 1 cm
- Automatische Pipetten von 10 μ l, 50 μ l, 500 μ l
- Parafilm zum Verschuß bei der Schüttelung

Durchführung

Die Reaktionen wurden in Küvetten angesetzt. Von jeder Probe wurden Dreifachbestimmungen durchgeführt.

Pipettierschema

	Leerwert	Lösung
Puffer	0,5 ml	0,5 ml
Überstand nach Enteiweißung		0,05 ml
0,6 N Perchlorsäure	0,05 ml	
NAD	0,05 ml	0,05 ml

Das Reaktionsgemisch wurde durch leichtes Schwenken gemischt, anschließend wurden die Extinktionswerte (1) der einzelnen Proben und Leerwerte abgelesen und notiert. Nach Zugabe von jeweils 0,01 ml LDH wurde wiederum gemischt und die Extinktionswerte (2) abgelesen.

Berechnung

Die Laktatkonzentration ergibt sich aus folgender Berechnung: $E_2 - (E_1 - L_1) = \Delta E$.

Wobei L_1 die Extinktion des Leerwertes, E_1 die Extinktion der ersten noch nicht aktivierten Lösung und E_2 die Extinktion der Lösung, die mit LDH versehen wurde meint. ΔE entspricht der Laktatkonzentration. Die Extinktionswerte wurden mit dem Faktor, welcher nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz ermittelt wurde, multipliziert:

$$\frac{V \times F}{\epsilon \times d \times v} \times \Delta E$$

V = Volumen in der Küvette

F = Verdünnungsfaktor (der aus der Enteiweißung mit Perchlorsäure erhalten wurde). Zu seiner Berechnung sind das spezifische Gewicht (1,06) und der Flüssigkeitsgehalt des Blutes (80 %) zu berücksichtigen. Bei Einsatz von 0,02 ml Blut und 0,2 ml Perchlorsäure ergibt sich der Verdünnungsfaktor:

$$F = \frac{(0,02 \times 0,8 \times 1,06) + 0,2}{0,02} = 10,848$$

ϵ = molarer Extinktionskoeffizient von NAD bei Filter 366 = 3,33

d = Schichtdicke der Küvette = 1 cm

v = Probevolumen = 0,05 ml

$$\text{also: } \frac{0,61 \times 10,848}{3,33 \times 1 \times 0,05} = 39,7 \times \Delta E$$

2.3.2. Bestimmung der Enzyme

Die einzelnen Bestimmungen der Aktivitäten der

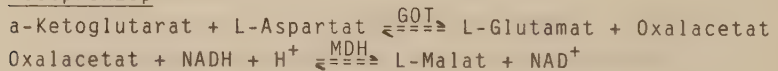
- Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)
- Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)
- Laktat-Dehydrogenase (LDH)
- Creatin-Kinase (CK)

erfolgten mit Hilfe von Boehringer-Biochemica-Test-Combinationen nach der Mikroliter-Technik.

Hierzu wurde pro Probe 10 ml Vollblut aus einer Cubitalvene entnommen. Die Probe blieb 20 min stehen und wurde dann 10 min zentrifugiert. Der Überstand (Serum) wurde abgehoben und zur weiteren Verarbeitung eingesetzt.

2.3.2.1. Bestimmung der GOT-Aktivität

Testprinzip



Lösungsansatz

Phosphat-Puffer	80 mmol/l; pH 7,4
NADH	0,18 mmol/l
MDH	0,6 U/l
LDH	1,2 U/l
α -Ketoglutarat	12 mmol/l
L-Aspartat	200 mmol/l

Apparaturen

- Fotometer mit Filter von Wellenlänge 334 nm der Firma Eppendorf
- Halbmikroküvetten von Schichtdicke 1 cm
- Automatische Pipetten 100 μ l, 500 μ l
- Parafilm zum Verschluß bei der Schüttelung

Durchführung

In ein Reaktionsgefäß wurden 600 µl Reagenzlösung (25° C) und 100 µl Probe pipettiert. Diese Lösung wurde 30 sec gemischt und dann in eine vortemperierte Küvette überführt. Nach ca. 1 min wurde die Extinktion abgelesen und gleichzeitig die Stoppuhr gestartet. Nach genau 1, 2 und 3 min wurde die Ablesung wiederholt.

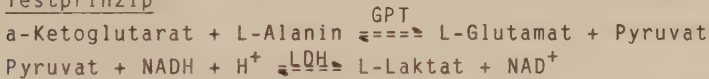
Berechnung

Aus den Extinktionsdifferenzen pro min ($\Delta E/\text{min}$) wurde der Mittelwert gebildet und dieser in die Berechnung eingesetzt. Die Aktivität von GOT ergab sich dann nach

$$\text{U/l (25° C)} = 1133 \times \Delta E_{334 \text{ nm}}/\text{min}$$

2.3.2.2. Bestimmung der GPT-Aktivität

Testprinzip



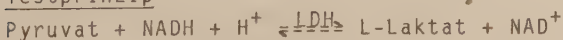
Lösungsansatz

Phosphat-Puffer	80 mmol/l; pH 7,4
NADH	0,18 mmol/l
LDH	1,2 U/l
α -Ketoglutarat	18 mmol/l
L-Alanin	800 mmol/l

Apparaturen, Durchführung und Berechnung wie unter 2.3.2.1.

2.3.2.3. Bestimmung der LDH-Aktivität

Testprinzip



Lösungsansatz

NADH	0,18 mmol/l
Phosphat-Puffer	50 mmol/l
Pyruvat	0,6 mmol/l

Apparaturen

- Fotometer mit Filter von Wellenlänge 334 nm
- Halbmikroküvetten von Schichtdicke 1 cm
- Automatische Pipetten 20 µl, 100 µl, 500 µl
- Parafilm zum Verschluß bei der Schüttelung

Durchführung

In ein Reaktionsgefäß wurden 600 µl Reagenzlösung (25° C) und 20 µl Probe pipettiert. Sofort nach Probenzugabe wurde gemischt und dann die Lösung in eine Küvette gegeben. Innerhalb 30 sec wurde die Extinktion abgelesen und gleichzeitig die Stoppuhr gestartet. Nach genau 1, 2 und 3 min wurde die Ablesung wiederholt.

Berechnung

Aus den Extinktionsdifferenzen pro min ($\Delta E/\text{min}$) wurde der Mittelwert gebildet und dieser in die Berechnung eingesetzt. Die Aktivität von LDH ergab sich dann nach

$$U/l (25^\circ C) = 5016 \times \Delta E_{334 \text{ nm}}/\text{min}$$

2.3.2.4. Bestimmung der CK-Aktivität

Testprinzip

Creatinphosphat + ADP $\xrightleftharpoons{CK}$ Creatin + ATP

Glucose + ATP $\xrightleftharpoons{HK}$ Glucose-6-P + ADP

Glucose-6-P + NADP⁺ $\xrightleftharpoons{G6P-DH}$ Gluconat-6-P + NADPH + H⁺

Lösungsansatz

Mg-Acetat	10 mmol/l
ADP	1 mmol/l
AMP	10 mmol/l

HK	$\hat{=}$ 1,2 U/l
NADP	0,6 mmol/l
Creatinphosphat	35 mmol/l
G6P-DH	$\hat{=}$ 1,2 U/l
Glutathion	9,0 mmol/l
Triäthanolaminpuffer	0,1 mmol/l; pH 7,0
Glucose	20 mmol/l

Apparaturen wie unter 2.3.2.3.

Durchführung

In ein Reaktionsgefäß wurden 500 µl Reagenzlösung (25° C) und 20 µl Probe pipettiert. Dann wurde das Gefäß geschlossen, 30 sec gemischt und 5 min bei 25° C stehengelassen, danach in eine Küvette überführt, die Extinktion (Anfangsextinktion) abgelesen und gleichzeitig die Stoppuhr gestartet. Nach genau 1, 2 und 3 min wurde die Ablesung wiederholt.

Berechnung

Aus den Extinktionsdifferenzen pro min ($\Delta E/\text{min}$) wurde der Mittelwert gebildet und dieser in die Berechnung eingesetzt. Die Aktivität der CK ergab sich dann nach

$$\text{U/l (25° C)} = 4207 \times \Delta E_{334} \text{ nm/min}$$

2.3.3. Bestimmung der Blutgase

Das für diese Untersuchung benötigte Blut (50 µl) wurde unter streng anaeroben Bedingungen ebenfalls aus dem mit Finalgon forte hyperämisierten Ohrläppchen gewonnen und in heparinisierten Kapillaren aufgefangen.

Die Analysen der Blutproben wurden mittels des "Corning-Blutgas-Analysator 168" durchgeführt. Diese Analyse konnte gewählt werden, da sie ausreichend genau ist und das Ohrläppchenblut, zumindest was die CO_2 - und O_2 -Spannung und den pH-Wert anbelangt, dem arteriellen Blut nahezu vollständig entspricht (40).

2.3.4. Messung der Herzfrequenz

Während der Laufbandbelastung wurde bei jedem Sportler ein EKG mitgeschrieben, aus dem unmittelbar nach der Belastung die Belastungsherzfrequenz ersichtlich war. Die weiteren Herzfrequenzen (5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min) wurden jeweils vom gleichen Helfer durch Palpation der A. carotis gemessen.

2.4. Statistik

Der empirisch ermittelte Kurvenverlauf für Serum-Laktat und Herzfrequenz wird durch die Formel zur Anpassung an eine Potenzfunktion $y = a x^b$ mathematisch angenähert, wobei

$$b = \frac{\sum (\ln x_i) (\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i) (\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}}$$

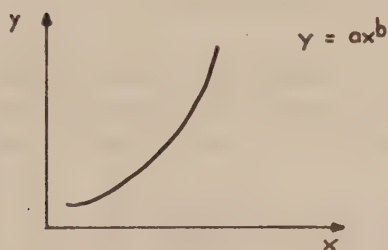
und

$$a = \exp \left[\frac{\ln y_i}{n} - b \frac{\ln x_i}{n} \right]$$

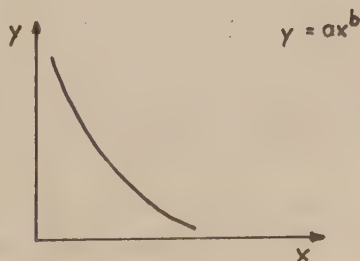
y = Serum-Laktat in mmol/l bzw.
Herzfrequenz in Schläge/min

x = Zeit in min.

Bei $b > 0$ ergibt sich folgendes Kurvenbild,



bei $b < 0$ folgendes:



Mit dieser Formel ist es möglich, die Kurvenverläufe obengenannter Meßgrößen ohne und mit Entmüdungsmaßnahme objektiv zu vergleichen, wobei der Exponent b als Maß für die Steigung der angenäherten Potenzfunktion gilt. Je größer der b -Wert, bei $b > 0$, desto steiler ist der Anstieg; je kleiner der b -Wert, bei $b < 0$, desto steiler der Abfall, was in diesem Fall einer schnelleren Rückkehr zu den Ruhewerten entspricht. Der Vergleich der Kurvenverläufe von Serum-Laktat bzw. Herzfrequenz reduziert sich somit auf den Vergleich der b -Werte ohne und mit Entmüdungsmaßnahme.

Der Einfluß der Entmüdungsmaßnahme auf die Blutgase wird mittels Student-t-Test für abhängige Stichproben auf Signifikanz geprüft.

3. Ergebnisse

3.1. Protokolle der Einzelwerte

Gemessen wurden jeweils die Ruhewerte vor den beiden Läufen und die Werte in der Erholungsphase bei 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min und 120 min.

Die Probanden 1 - 5 erhielten im Anschluß an den 2. Lauf (2. Zeile) eine Entmüdungsmassage, die Probanden 6 - 10 ein Entmüdungsbad.

3.1.1. Laktat in mmol/l

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

120' min nach Laufende

		5'	10'	20'	30'	60'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	0,87	2,65	2,50	2,06	1,82	1,62
	2. Lauf (mit Massage)	0,87	2,42	2,18	1,82	1,70	1,12
2	1. Lauf	1,78	7,14	5,12	2,88	1,82	1,86
	2. Lauf (mit Massage)	0,79	5,20	4,08	3,13	2,69	1,11
3	1. Lauf	1,38	2,48	1,49	1,12	0,85	0,65
	2. Lauf (mit Massage)	1,03	3,01	2,65	1,80	1,12	0,84
4	1. Lauf	1,07	3,05	1,94	1,58	1,58	0,98
	2. Lauf (mit Massage)	0,51	3,01	1,96	1,07	1,07	0,95
5	1. Lauf	0,79	6,55	4,99	3,51	3,51	2,39
	2. Lauf (mit Massage)	0,99	7,10	4,64	3,77	3,77	2,22
6	1. Lauf	0,95	11,00	10,01	6,51	4,44	2,06
	2. Lauf (mit Bad)	1,19	9,36	6,47	4,72	1,78	1,12
7	1. Lauf	0,87	13,90	12,90	8,17	4,97	2,38
	2. Lauf (mit Bad)	1,82	9,09	8,41	5,87	3,65	1,42
8	1. Lauf	1,09	11,00	7,70	6,35	3,97	1,90
	2. Lauf (mit Bad)	0,87	12,60	9,64	5,59	3,25	1,19
9	1. Lauf	0,57	7,10	5,30	3,49	2,50	1,45
	2. Lauf (mit Bad)	0,41	6,04	2,93	2,42	2,02	0,68
10	1. Lauf	1,62	4,60	3,41	2,93	1,66	1,58
	2. Lauf (mit Bad)	0,45	4,60	4,16	2,94	1,75	1,12

3.1.2. Herzfrequenz in Schlägen/min

Proband Nr.	Ruhewert	Erholungsphase				30'	60'	120' min nach Laufende
		5'	10'	20'				
1	1. Lauf	68	100	84	84	72	64	64
	2. Lauf (mit Massage)	56	88	84	56	52	48	46
2	1. Lauf	80	100	96	92	88	80	84
	2. Lauf (mit Massage)	76	108	92	86	80	78	72
3	1. Lauf	96	76	76	76	68	56	64
	2. Lauf (mit Massage)	44	88	78	78	64	64	60
4	1. Lauf	85	108	92	88	84	68	68
	2. Lauf (mit Massage)	70	108	100	80	72	64	60
5	1. Lauf	70	120	108	96	88	80	80
	2. Lauf (mit Massage)	68	136	112	92	80	94	92
6	1. Lauf	76	110	110	100	98	94	84
	2. Lauf (mit Bad)	82	106	112	112	98	90	78
7	1. Lauf	71	110	104	100	98	96	94
	2. Lauf (mit Bad)	76	112	128	122	110	104	96
8	1. Lauf	86	116	108	108	100	88	88
	2. Lauf (mit Bad)	86	110	122	128	116	96	70
9	1. Lauf	84	116	108	108	108	104	104
	2. Lauf (mit Bad)	72	126	126	132	124	116	106
10	1. Lauf	76	104	88	84	72	76	72
	2. Lauf (mit Bad)	74	116	108	98	84	68	72

3.1.3. pH

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

5' 10' 20' 30' 60' 120' min nach Laufende

1	1. Lauf	7,479	7,478	7,476	7,475	7,470	7,402	7,477
	2. Lauf (mit Massage)	7,446	7,430	7,458	7,426	7,437	7,456	7,416
2	1. Lauf	7,519	7,409	7,455	7,486	7,482	7,492	7,497
	2. Lauf (mit Massage)	7,418	7,404	7,441	7,371	7,449	7,465	7,432
3	1. Lauf	7,499	7,496	7,477	7,485	7,489	7,456	7,491
	2. Lauf (mit Massage)	7,433	7,437	7,393	7,421	7,441	7,530	7,391
4	1. Lauf	7,479	7,446	7,450	7,488	7,468	7,483	7,456
	2. Lauf (mit Massage)	7,448	7,405	7,431	7,372	7,440	7,461	7,413
5	1. Lauf	7,495	7,363	7,394	7,450	7,472	7,466	7,483
	2. Lauf (mit Massage)	7,436	7,318	7,369	7,388	7,397	7,396	7,431
6	1. Lauf	7,412	7,154	7,233	7,338	7,358	7,456	7,465
	2. Lauf (mit Bad)	7,376	7,333	7,393	7,407	7,400	7,457	7,406
7	1. Lauf	7,460	7,151	7,257	7,391	7,470	7,457	7,473
	2. Lauf (mit Bad)	7,429	7,330	7,292	7,475	7,449	7,428	7,413
8	1. Lauf	7,455	7,391	7,541	7,474	7,497	7,429	7,456
	2. Lauf (mit Bad)	7,426	7,194	7,302	7,376	7,411	7,455	7,399
9	1. Lauf	7,521	7,393	7,436	7,476	7,515	7,462	7,499
	2. Lauf (mit Bad)	7,462	7,342	7,375	7,414	7,394	7,456	7,426
10	1. Lauf	7,473	7,429	7,457	7,447	7,482	7,467	7,469
	2. Lauf (mit Bad)	7,456	7,441	7,477	7,491	7,424	7,454	7,401

3.1.4. pCO₂ in mmHg

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

120' min nach Laufende

		5'	10'	20'	30'	60'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	38,2	42,5	42,5	41,1	36,0	36,1
	2. Lauf (mit Massage)	38,8	35,5	31,6	38,5	37,5	35,2
2	1. Lauf	33,8	28,9	33,7	34,3	36,8	38,1
	2. Lauf (mit Massage)	35,8	30,3	31,2	38,1	33,8	35,9
3	1. Lauf	38,0	38,3	39,2	39,4	39,7	37,6
	2. Lauf (mit Massage)	36,3	36,7	30,0	31,2	34,9	36,0
4	1. Lauf	38,6	31,9	35,4	35,7	37,5	37,3
	2. Lauf (mit Massage)	32,6	33,0	33,2	32,4	35,0	34,2
5	1. Lauf	35,0	28,8	29,6	32,5	34,4	37,1
	2. Lauf (mit Massage)	31,1	27,0	30,7	34,6	32,3	34,1
6	1. Lauf	41,6	32,7	31,7	34,0	38,1	37,6
	2. Lauf (mit Bad)	40,2	31,6	30,0	32,6	36,8	35,2
7	1. Lauf	41,2	28,2	28,8	29,8	36,0	37,6
	2. Lauf (mit Bad)	38,8	30,3	26,1	27,4	32,5	39,0
8	1. Lauf	41,4	24,2	30,6	34,3	35,1	42,8
	2. Lauf (mit Bad)	40,4	30,9	28,4	31,2	32,1	35,2
9	1. Lauf	35,8	31,1	33,7	35,6	32,8	34,9
	2. Lauf (mit Bad)	35,3	28,9	30,1	32,0	27,8	35,2
	1. Lauf	38,4	31,2	33,1	38,0	33,6	37,1
10	2. Lauf (mit Bad)	33,5	30,0	28,9	22,0	33,6	31,9
							38,0

3.1.5. pO₂ in mmHg

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

5' 10' 20' 30' 60' 120' min nach Laufende

1	1. Lauf	86,4	84,6	80,4	74,4	82,0	76,9	79,8
	2. Lauf (mit Massage)	89,3	90,1	100,3	86,9	89,8	73,7	72,4
2	1. Lauf	92,1	91,4	81,5	82,0	74,6	77,4	76,0
	2. Lauf (mit Massage)	85,9	73,2	74,4	77,8	76,1	61,8	66,1
3	1. Lauf	86,4	92,2	82,7	84,0	86,5	76,9	78,9
	2. Lauf (mit Massage)	81,3	72,2	87,0	81,5	78,4	73,7	68,0
4	1. Lauf	81,4	88,4	86,0	84,3	89,5	78,5	85,9
	2. Lauf (mit Massage)	91,5	88,1	97,4	81,0	79,5	77,3	69,9
5	1. Lauf	87,8	94,6	93,3	80,0	80,2	79,4	73,1
	2. Lauf (mit Massage)	87,3	98,7	82,0	75,7	72,8	80,2	75,9
6	1. Lauf	89,6	87,7	94,4	84,5	69,4	76,9	78,3
	2. Lauf (mit Bad)	64,7	82,9	87,0	75,1	69,7	73,7	65,2
7	1. Lauf	76,3	106,5	90,1	86,3	82,0	76,9	85,2
	2. Lauf (mit Bad)	82,2	91,9	96,6	80,4	80,9	76,7	77,3
8	1. Lauf	82,4	93,9	131,6	83,3	77,5	74,6	84,1
	2. Lauf (mit Bad)	65,6	95,7	93,5	98,2	72,4	73,7	72,7
9	1. Lauf	90,7	73,9	74,9	65,1	64,3	72,3	80,3
	2. Lauf (mit Bad)	84,1	73,3	70,4	81,5	56,3	73,7	69,9
10	1. Lauf	90,6	91,7	81,2	86,1	114,3	79,4	76,2
	2. Lauf (mit Bad)	81,3	79,0	81,1	76,7	75,1	72,6	67,9

3.1.6. HCO_3 in mmol/l

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

120' min nach Laufende

		5'	10'	20'	30'	60'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	28,3	31,5	31,3	30,2	26,2	27,2
	2. Lauf (mit Massage)	26,7	26,7	23,5	22,3	25,3	24,3
2	1. Lauf	27,5	18,2	23,7	25,9	27,5	28,5
	2. Lauf (mit Massage)	23,1	18,9	21,2	22,0	23,4	22,5
3	1. Lauf	29,5	29,5	28,9	29,6	30,1	27,2
	2. Lauf (mit Massage)	23,8	24,7	19,2	20,2	23,7	30,0
4	1. Lauf	28,6	21,9	24,6	27,0	27,1	27,9
	2. Lauf (mit Massage)	22,5	20,6	22,0	23,6	23,7	24,3
5	1. Lauf	26,9	16,4	18,1	22,5	25,1	26,7
	2. Lauf (mit Massage)	20,9	13,8	17,7	20,8	19,8	20,9
6	1. Lauf	26,4	11,5	13,3	18,2	21,4	27,2
	2. Lauf (mit Bad)	23,5	16,7	19,2	20,5	22,8	24,3
7	1. Lauf	29,2	9,8	12,8	18,0	26,2	27,2
	2. Lauf (mit Bad)	25,6	15,9	12,6	20,1	22,5	25,7
8	1. Lauf	29,1	14,7	26,2	25,2	27,1	28,3
	2. Lauf (mit Bad)	26,5	11,9	14,0	18,3	20,4	24,3
9	1. Lauf	29,2	18,9	22,6	26,2	26,4	24,9
	2. Lauf (mit Bad)	21,9	15,6	17,6	20,8	17,0	24,3
10	1. Lauf	28,2	20,6	23,3	26,2	25,1	26,8
	2. Lauf (mit Bad)	23,6	20,4	26,4	16,8	22,1	22,3

3.1.7. Base excess (BE)

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

120' min nach Laufende

		5'	10'	20'	30'	60'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	5,5	8,0	7,8	6,9	3,6	4,3
	2. Lauf (mit Massage)	3,3	0,4	0,2	1,7	2,0	1,4
2	1. Lauf	5,9	-4,3	1,2	3,8	5,0	5,7
	2. Lauf (mit Massage)	-0,2	-3,9	-1,1	-2,3	0,8	-1,1
3	1. Lauf	7,0	7,0	6,0	6,7	7,2	4,2
	2. Lauf (mit Massage)	0,5	1,6	-,-	-,-	0,9	8,3
4	1. Lauf	5,8	-0,4	1,8	4,8	4,3	5,3
	2. Lauf (mit Massage)	0,1	-2,5	-0,7	1,7	0,9	1,9
5	1. Lauf	4,9	-7,0	-4,9	0,2	2,8	3,9
	2. Lauf (mit Massage)	-1,5	-10,2	-5,8	-2,8	-3,4	-2,6
6	1. Lauf	2,3	-16,5	-12,9	-6,2	-3,2	4,2
	2. Lauf (mit Bad)	-1,0	-7,5	-3,5	-2,6	-1,0	1,4
7	1. Lauf	5,8	-17,9	-12,7	-4,9	3,6	4,2
	2. Lauf (mit Bad)	2,1	-8,2	-11,2	-1,0	0,1	2,1
8	1. Lauf	5,5	-7,6	5,5	2,9	5,1	4,2
	2. Lauf (mit Bad)	2,7	-15,1	-10,5	-5,2	-2,6	1,4
9	1. Lauf	7,4	-4,2	-0,1	3,8	5,0	2,4
	2. Lauf (mit Bad)	-1,6	-8,2	-5,7	-1,7	-5,7	1,4
10	1. Lauf	5,2	-1,9	1,0	3,0	3,1	4,0
	2. Lauf (mit Bad)	0,5	-1,8	7,0	-3,3	-0,9	0,1

3.1.8. Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) in U/l

Proband Nr.		Ruhewert	Erholungsphase	
			1'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	11,8	14,7	11,4
	2. Lauf (mit Massage)	12,8	13,7	12,2
2	1. Lauf	14,1	12,1	9,9
	2. Lauf (mit Massage)	13,2	13,7	13,7
3	1. Lauf	11,3	23,1	9,5
	2. Lauf (mit Massage)	11,7	16,7	11,4
4	1. Lauf	10,3	23,0	12,8
	2. Lauf (mit Massage)	11,8	17,0	12,1
5	1. Lauf	13,7	26,0	13,4
	2. Lauf (mit Massage)	10,6	19,5	10,7
6	1. Lauf	9,5	26,7	27,6
	2. Lauf (mit Bad)	17,3	19,3	16,7
7	1. Lauf	7,4	5,6	10,6
	2. Lauf (mit Bad)	13,4	29,2	14,5
8	1. Lauf	9,4	18,6	10,2
	2. Lauf (mit Bad)	15,5	17,6	12,7
9	1. Lauf	13,2	21,2	13,2
	2. Lauf (mit Bad)	9,9	12,9	11,3
10	1. Lauf	17,7	15,3	14,8
	2. Lauf (mit Bad)	12,6	19,4	14,0

3.1.9. Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) in U/I

Proband Nr.

Ruhewert Erholungsphase

		1'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	11,2	17,5
	2. Lauf (mit Massage)	13,8	13,8
2	1. Lauf	14,1	19,5
	2. Lauf (mit Massage)	15,5	20,9
3	1. Lauf	14,6	13,4
	2. Lauf (mit Massage)	18,9	19,4
4	1. Lauf	12,0	18,7
	2. Lauf (mit Massage)	16,2	17,2
5	1. Lauf	15,0	25,0
	2. Lauf (mit Massage)	20,2	24,3
6	1. Lauf	17,4	19,9
	2. Lauf (mit Bad)	19,3	20,2
7	1. Lauf	12,5	19,4
	2. Lauf (mit Bad)	21,2	27,0
8	1. Lauf	21,2	18,7
	2. Lauf (mit Bad)	19,1	17,5
9	1. Lauf	12,2	18,5
	2. Lauf (mit Bad)	14,0	15,5
10	1. Lauf	12,6	16,7
	2. Lauf (mit Bad)	20,8	22,2
			19,5

3.1.10. Laktat-Dehydrogenase (LDH) in U/1

Proband Nr.	Ruhewert	Erholungsphase	
		1'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	229	261
	2. Lauf (mit Massage)	244	247
2	1. Lauf	147	154
	2. Lauf (mit Massage)	149	191
3	1. Lauf	187	196
	2. Lauf (mit Massage)	210	217
4	1. Lauf	180	264
	2. Lauf (mit Massage)	210	221
5	1. Lauf	172	188
	2. Lauf (mit Massage)	148	177
6	1. Lauf	108	150
	2. Lauf (mit Bad)	145	159
7	1. Lauf	116	162
	2. Lauf (mit Bad)	119	151
8	1. Lauf	104	193
	2. Lauf (mit Bad)	182	174
9	1. Lauf	171	165
	2. Lauf (mit Bad)	152	159
10	1. Lauf	133	195
	2. Lauf (mit Bad)	184	231

3.1.11. Creatin-Kinase (CK) in U/l

Proband Nr.	Ruhewert	Erholungsphase	
		1'	120' min nach Laufende
1	1. Lauf	33,6	86,9
	2. Lauf (mit Massage)	15,0	16,4
2	1. Lauf	18,2	31,4
	2. Lauf (mit Massage)	79,0	98,0
3	1. Lauf	65,2	85,5
	2. Lauf (mit Massage)	96,0	106,0
4	1. Lauf	39,2	46,0
	2. Lauf (mit Massage)	87,4	97,1
5	1. Lauf	35,9	41,1
	2. Lauf (mit Massage)	25,0	25,0
6	1. Lauf	24,2	36,8
	2. Lauf (mit Bad)	15,3	15,5
7	1. Lauf	12,2	36,0
	2. Lauf (mit Bad)	64,1	83,0
8	1. Lauf	50,8	50,7
	2. Lauf (mit Bad)	16,0	21,8
9	1. Lauf	39,7	41,7
	2. Lauf (mit Bad)	38,0	58,0
10	1. Lauf	29,3	50,9
	2. Lauf (mit Bad)	86,0	98,0

4. Diskussion

In aller nächster Zeit wird die sportliche Leistungssteigerung immer enger verbunden sein mit dem Studium und vorallem mit der praktischen Anwendung verschiedenartiger Mittel und Verfahren zur beschleunigten Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit, wobei deren Auswahl ebenso zur Kunst wird, wie die Bestimmung von optimalen Belastungen.

In dieser Arbeit werden zwei dieser Verfahren, die Entmüdungsmassage und das Entmüdungsbad, in ihrer Wirkung auf eine schnellere Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4.1. Laktat

Seit einigen Jahrzehnten ist bekannt, daß schwere körperliche Arbeit einen Anstieg des Laktatspiegels im Blut zur Folge hat. Der Zeitpunkt des Auftretens von erhöhtem Blutlaktat zeigt an, daß die aerobe Kapazität überschritten und der Energiestoffwechsel zum Teil anaerob bestritten wird. Das Ausmaß des Laktatanstiegs kennzeichnet die Größe des beteiligten anaeroben Stoffwechsels. Der Rückbildungsverlauf des Blutlaktatspiegels ist abhängig von der Größe der vorangegangenen Belastung sowohl hinsichtlich ihrer Intensität als auch ihres Umfanges, der Belastungsstruktur, dem durch unterschiedliche Trainingsmethoden geprägten spezifischen Trainingszustand und dem Verhalten des Sportlers in der Erholungsperiode (6).

Während der Laktatumsatz mit Zunahme der Belastungsdauer und einer trainingsbedingten Zunahme der oxydativen Enzyme ansteigt, wird der Laktatabbau in der Erholungsphase noch zusätzlich durch eine evtl. weiterbestehende körperliche Aktivität beeinflusst. Muskelarbeit mäßigen Grades in der Nachbelastungsphase führt zu einem schnelleren Abbau des akkumulierten Laktats. Bei einer Belastung von 65 % der maximalen Sauerstoffaufnahme in der Erholungsphase wird Laktat doppelt so schnell abgebaut wie bei völliger körperlicher Ruhe (26).

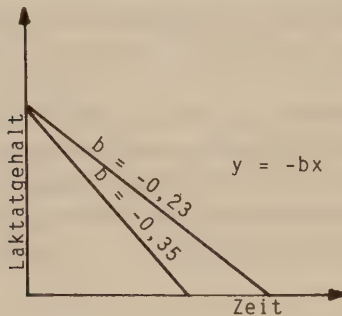
Auch auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit wird deutlich, daß sowohl eine Entmüdungsmassage wie auch ein Entmüdungsbad mit seiner durchblutungssteigernden Wirkung den Laktatabbau wesentlich beschleunigt und dadurch zu einer nachgewiesenen Entmüdung der Muskulatur beiträgt.

Hierzu die b-Werte, die sich aus der Berechnung nach der Formel unter 2.4. Statistik ergeben:

Proband Nr.	ohne Erholungs- maßnahme	mit Entmüdungs- massage	Differenz
1	-0,23	-0,35	0,12
2	-0,55	-0,55	0,00
3	-0,41	-0,53	0,12
4	-0,36	-0,39	0,03
5	-0,53	-0,57	0,04
		mit Entmüdungs- bad	
6	-0,71	-0,83	0,12
7	-0,72	-0,72	0,00
8	-0,67	-1,05	0,38
9	-0,67	-0,70	0,03
10	-0,41	-0,57	0,16

Bei 8 von 10 Probanden ist die Laktatabbaukurve mit den Erholungsmaßnahmen signifikant steiler (negativere b -Werte) als die Kurve ohne Erholungsmaßnahmen. In zwei Fällen (Nr. 2 mit Entmüdungsmassage und Nr. 7 mit Entmüdungsbad) gab es keine unterschiedliche Steigung.

Eine vereinfachte schematische Darstellung am Beispiel Proband Nr. 1 zeigt den beschleunigten Laktatabbau:



Durch die Massage kommt es zu einer lokalen, großflächigen Hyperämie. Durch die Erweiterung von Kapillaren, Präkapillaren, Venolen und Arteriolen kommt es zu dieser Durchblutungssteigerung und dadurch auch zu einer Beschleunigung des Abtransportes von intermediären Stoffwechselprodukten. Daneben spielt eine Erhöhung der lokalen Oxydationsvorgänge durch die Massage, durch welche z.B. die Laktatanhäufung in der Peripherie behoben wird, eine wesentliche Rolle.

Sowohl die Entmüdungsmassage als auch das Entmüdungsbad können also auf Grund dieser Ergebnisse über den Laktatabbau als sinnvolle Regenerationsmaßnahme nach erschöpfender körperlicher Arbeit betrachtet werden.

4.2. Herzfrequenz

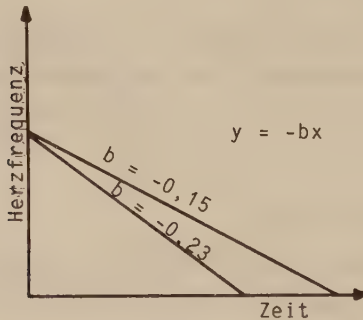
Die cardiopulmonale Adaptionsfähigkeit als Maßstab bei ansteigender Belastung und in der Erholungsphase genommen, erlaubt eine Beurteilung des Trainingszustandes. Ebenso erkennt man ob das Trainingsprogramm zu einer effektvollen Steigerung der Leistung geführt hat und ob bestimmte Regenerationsverfahren eine positive Wirkung auf die Wiederherstellung der körperlichen Leistungsfähigkeit haben.

Aufgabe dieser Arbeit ist es, unter anderem zu zeigen, daß die Entmüdungsmassage und das Entmüdungsbad sich als Erholungsmaßnahme auch positiv auf die Herzfrequenz auswirken.

b- Werte der Herzfrequenz

Proband Nr.	ohne Erholungs- maßnahme	mit Entmüdungs- massage	Differenz
1	-0,15	-0,23	0,08
2	-0,07	-0,12	0,05
3	-0,08	-0,12	0,04
4	-0,15	-0,20	0,05
5	-0,14	-0,12	-0,02
		mit Entmüdungs- bad	
6	-0,09	-0,11	0,02
7	-0,05	-0,07	0,02
8	-0,09	-0,14	0,05
9	-0,03	-0,05	0,02
10	-0,11	-0,18	0,07

Bei 9 von 10 Probanden kann dies eindeutig nachgewiesen werden, d. h. in 9 Fällen ist der Verlauf der Herzfrequenzkurve mit Erholungsmaßnahmen deutlich steiler (negativere b -Werte) als die Kurve ohne Erholungsmaßnahmen. Dies bedeutet, daß beim 2. Untersuchungsgang (mit Erholungsmaßnahmen) die Erholungsphase ausgedrückt durch die Herzfrequenz deutlich kürzer ist als beim 1. Untersuchungsgang. Auch dies zeigt eine schematische Darstellung anschaulich (am Beispiel Proband Nr. 1):



Bei Proband Nr. 5 war höchstwahrscheinlich eine nervliche Komponente ausschlaggebend für den etwas abweichenden Verlauf der Kurven.

Für die positive Wirkung der Massage auf die Erholungsphase der Herzfrequenz könnte man folgende Ursache diskutieren:

Zum einen ist es die reflektorische Wirkung, die zu Fremdreflexen, segmentalen Reflexen und schließlich zu allgemeinen Wirkungen führt. Die gezielte Gestaltung der Massagegriffe und ihrer unterschiedlichen Kombinationen erbringen selbst im ZNS (Rückenmark und Gehirn) Reaktionen, die allgemeine Wirkungen herbeiführen, weil zusätzliche Schaltungen veranlaßt

werden, die über das Vegetativum und dessen peripher gerichtete Nervenleitungen zu weiteren gezielten Schaltungen führen. Über diese kommt es zum Einfluß auf die Atmung, die Herzfrequenz (hierbei zur Herabsetzung der Pulsfrequenz bei erhöhtem Schlagvolumen), den Blutdruck, den Stoffwechsel, das sekretorische System und den Muskeltonus (4).

Zum zweiten ist die psychische Beeinflussung des Menschen durch Massage schon lange bekannt. Über das ZNS und das Vegetativum kann man nervöse Aktivitäten hemmen und damit die Gesamtstimmungslage beruhigen, was sich ebenfalls positiv auf die Erholungsphase der Herzfrequenz auswirkt.

Ebenso wie die positive Beeinflussung der Erholungsphase der Herzfrequenz durch die Massage wird eine pulsfrequenzsenkende Wirkung des Bades in der Literatur beschrieben, was auch diese Arbeit bestätigt.

4.3. Blutgase

In der Sportphysiologie wird neben dem Blutlaktat Spiegel häufig die Bestimmung des Säure-Basen-Haushalts zur Beurteilung von Veränderungen im Stoffwechsel bei körperlicher Belastung herangezogen. Um eine vollständige Charakterisierung des Säure-Basen-Gleichgewichts im Blut zu erhalten, untersucht man gewöhnlich 5 miteinander zusammenhängende Parameter:

- pH-Wert
- O_2 -Spannung (pO_2)
- CO_2 -Spannung (pCO_2)
- Basenüberschuß (base excess = BE)
- und Standardbikarbonat (HCO_3).

In dieser Arbeit finden sich die Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen von anderen Autoren (2, 5, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 46) zum größten Teil bestätigt. In beiden Untersuchungsgängen ergibt sich nach der Belastung eine metabolische Azidose mit deutlichem Abfall des pH-Wertes, des BE und des HCO_3 , die durch Hyperventilation mit Absinken des pCO_2 und Ansteigen des pO_2 nicht vollständig kompensiert werden können. Dabei sind die Veränderungen in den ersten Minuten der Erholungsphase am stärksten ausgeprägt.

Ob und wie sich die Entmüdungsmassage oder das Entmüdungsbad auf die Blutgase auswirkt, wird in einer Einzelbetrachtung der 5 Parameter deutlich:

4.3.1. pH

In den ersten beiden Diagrammen (a und b) zeigen die Verläufe der Mittelwertskurven einen statistisch signifikanten Unterschied. Im dritten Diagramm (c) ist ein solcher Unterschied nicht nachweisbar.

Jedoch ist in allen drei Diagrammen der Wiederanstieg des pH unmittelbar nach Ende der Belastung (5. - 30. Minute) bei den Mittelwertskurven ohne spez. Erholungsmaßnahmen steiler, erreicht aber im Gegensatz zur Mittelwertskurve mit Erholungsmaßnahmen nach 60 min nicht den Ruheausgangswert.

Aus diesem Ergebnis kann geschlossen werden, daß sich die Erholungsmaßnahmen Bad und Massage erst im späteren Verlauf der Erholungsphase positiv auswirken.

Mittelwert $\bar{m}$ und Standardabweichung s der pH-Werte

Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme							
	Ruhewert	5'	10'	20'	30'	60'	120'
m	7,479	7,371	7,418	7,451	7,470	7,456	7,477
s	0,034	0,122	0,098	0,049	0,048	0,030	0,165
m	7,433	7,363	7,393	7,414	mit Erholungsmaßnahme		
s	0,026	0,076	0,070	0,044	7,424	7,456	7,413
					0,023	0,045	0,015
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$							
					ohne Massage		
m	7,498	7,438	7,450	7,477	7,478	7,458	7,482
s	0,016	0,054	0,034	0,016	0,009	0,038	0,018
					mit Massage		
m	7,434	7,399	7,425	7,396	7,433	7,463	7,418
s	0,015	0,047	0,039	0,026	0,020	0,055	0,019
					ohne Bad		
m	7,464	7,304	7,385	7,425	7,463	7,453	7,472
s	0,039	0,139	0,134	0,060	0,071	0,021	0,016
					mit Bad		
m	7,430	7,328	7,361	7,437	7,413	7,441	7,409
s	0,034	0,088	0,085	0,055	0,025	0,018	0,011

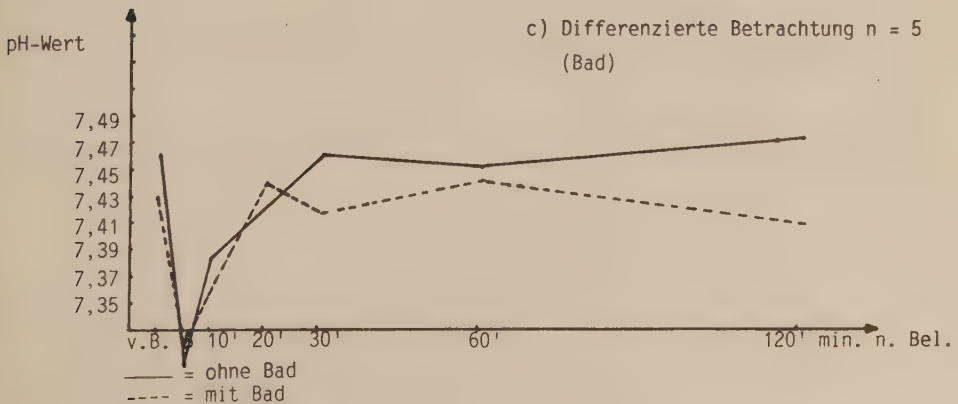
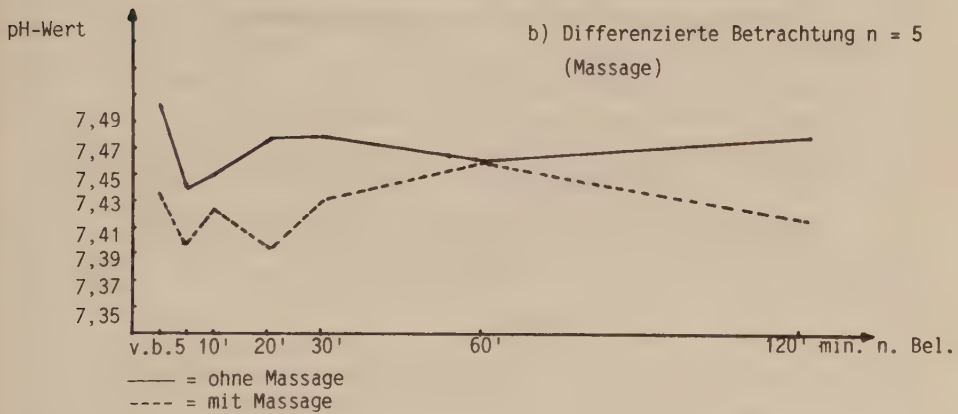
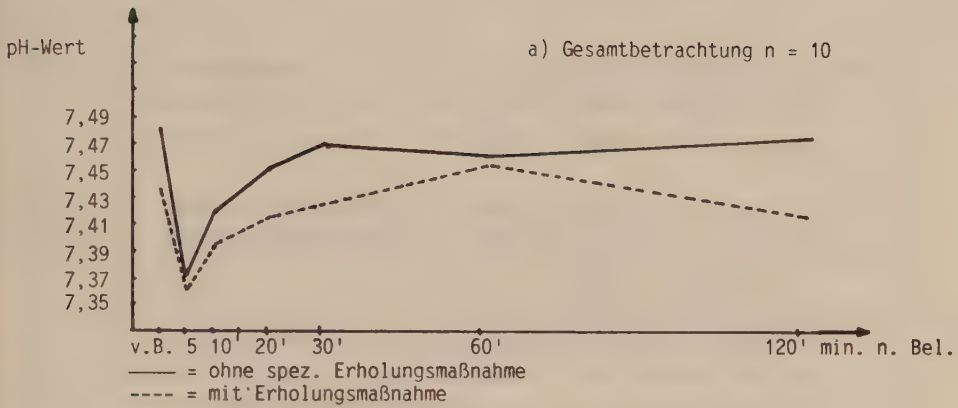
t- Test für pH

Statistischer Vergleich der Ergebnisse

	Signifikanz
a) Mittelwerte ohne spezielle Erholungs- maßnahme gegen Mittelwerte mit Erholungs- maßnahme (Gesamtbetrachtung n = 10) t = 3,2 0,005 > p > 0,0025	++
b) Mittelwerte ohne Entmüdungsmassage ge- gen Mittelwerte mit Entmüdungsmassage (n = 5) t = 3,6 0,0025 > p > 0,0005	++
c) Mittelwerte ohne Entmüdungsbad gegen Mittelwerte mit Entmüdungsbad (n = 5) t = 1,3 0,15 > p > 0,10	Ø

Signifikanz:	p > 0,05	statistisch nicht signifikant	Ø
	0,05 > p > 0,02	statistisch schwach sign.	+
	0,02 > p > 0,001	statistisch signifikant	++
	0,001 > p	statistisch hoch sign.	+++

Diagramme pH



4.3.2. $p\text{CO}_2$

In allen drei Diagrammen (a, b und c) zeigen die Verläufe der Mittelwertskurven einen statistisch signifikanten Unterschied.

In der Erholungsphase ohne spezifische Erholungsmaßnahmen ist ein kontinuierlicher Wiederanstieg des $p\text{CO}_2$ festzustellen, während in der Erholungsphase mit Erholungsmaßnahmen (in allen drei Diagrammen) der $p\text{CO}_2$ zunächst (5. - 10. Minute) noch weiter absinkt und in der 10. Minute seinen Tiefstpunkt erreicht, bedingt durch die anfänglich noch vorhandene Hyperventilation nach Belastung.

Jedoch ist auch beim $p\text{CO}_2$ eine positive Auswirkung der Erholungsmaßnahme im späteren Verlauf der Erholungsphase zu erkennen, da in allen drei Diagrammen der 2-Stundenwert bei der Methode mit Erholungsmaßnahmen näher am Ruheausgangswert liegt als bei der Methode ohne Erholungsmaßnahmen.

Mittelwert m und Standardabweichung s der pCO_2 -Werte

Gesamtbetrachtung n = 10 ohne spez. Erholungsmaßnahme							
	Ruhewert	5'	10'	20'	30'	60'	120'
m	38,2	31,8	33,8	35,5	36,0	37,6	36,4
s	2,9	5,2	4,3	3,3	2,4	2,5	1,7
m	36,3	31,4	30,0	32,0	mit Erholungsmaßnahme		
s	3,4	2,9	2,2	5,1	33,6	35,2	36,0
					2,9	2,4	3,2
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) n = 5							
					ohne Massage		
m	36,4	34,1	36,1	36,6	37,1	37,2	36,3
s	2,3	6,1	5,0	3,6	2,2	0,8	1,3
m	34,6	32,5	31,7	35,0	mit Massage		
s	3,4	3,9	1,1	3,3	34,7	35,1	35,2
					1,9	1,0	3,2
					ohne Bad		
m	39,7	29,5	31,6	34,3	34,9	38,3	36,5
s	2,5	3,4	2,0	3,0	2,3	4,1	2,1
m	37,6	30,3	28,4	28,3	mit Bad		
s	3,1	1,0	1,7	4,7	32,3	35,5	36,6
					3,7	5,0	3,4

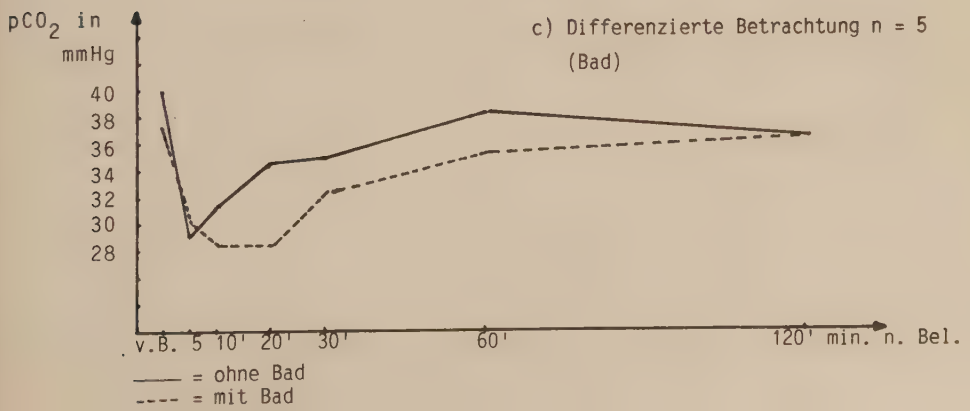
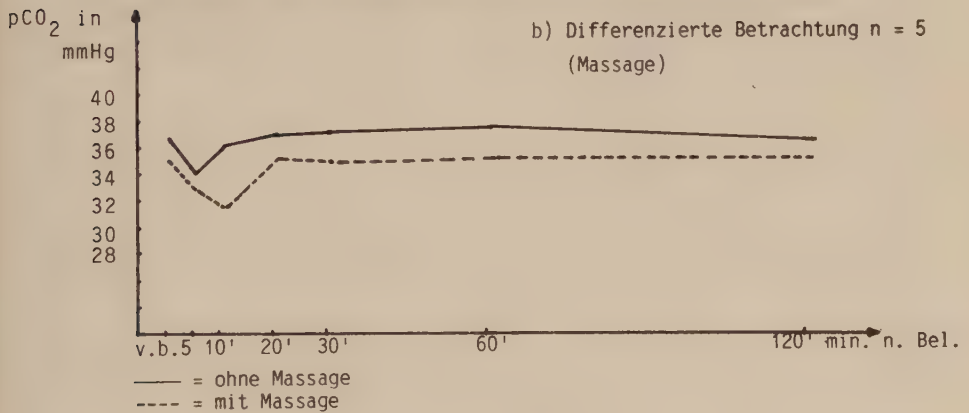
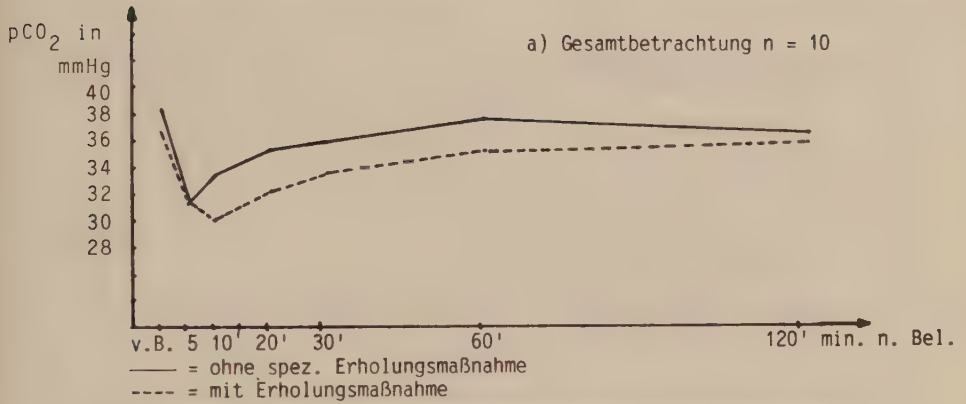
t- Test für pCO_2

Statistischer Vergleich der Ergebnisse

	Signifikanz
a) Mittelwerte ohne spezielle Erholungs- maßnahme gegen Mittelwerte mit Erholungs- maßnahme (Gesamtbetrachtung $n = 10$) $t = 3,5$ $0,005 > p > 0,0025$	++
b) Mittelwerte ohne Entmüdungsmassage ge- gen Mittelwerte mit Entmüdungsmassage ($n = 5$) $t = 4,6$ $0,0005 > p$	+++
c) Mittelwerte ohne Entmüdungsbad gegen Mittelwerte mit Entmüdungsbad ($n = 5$) $t = 2,2$ $0,05 > p > 0,025$	+

Signifikanz:	$p > 0,05$	statistisch nicht signifikant	Ø
	$0,05 > p > 0,02$	statistisch schwach sign.	+
	$0,02 > p > 0,001$	statistisch signifikant	++
	$0,001 > p$	statistisch hoch sign.	+++

Diagramm $p\text{CO}_2$



4.3.3. pO_2

In der Gesamtbetrachtung (a) und in der differenzierten Betrachtung der Wirkung des Bades (c) zeigen die Kurvenverläufe einen signifikanten Unterschied. Beim Diagramm (b) mit und ohne Massage besteht solch ein Unterschied nicht.

Trotz des teilweise signifikanten Unterschieds der Kurven ist beim pO_2 auf Grund der Kurvenverläufe keine eindeutige Aussage über die Wirkung von Massage und Bad zu machen. Dies dürfte auf die leichte Beeinflussbarkeit der Atmung zurückzuführen sein. Die Ruheausgangswerte wurden in keinem der Untersuchungs-
gänge erreicht.

Mittelwert m und Standardabweichung s der pO_2 -Werte

Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme							
	Ruhewert	5'	10'	20'	30'	60'	120'
m	86,4	90,5	89,6	81,0	82,0	76,9	79,8
s	5,3	8,2	16,0	6,6	15,4	2,9	4,5
	mit Erholungsmaßnahme						
m	81,3	84,5	87,0	81,5	75,1	73,7	69,9
s	10,4	9,8	11,4	7,7	9,2	6,4	5,1
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$							
	ohne Massage						
m	86,9	90,2	84,8	80,9	82,7	78,4	78,5
s	4,4	3,9	5,2	4,4	6,6	1,0	5,5
	mit Massage						
m	88,5	84,5	88,5	80,3	79,3	73,3	69,3
s	2,4	11,5	12,4	4,9	6,4	8,1	6,4
	ohne Bad						
m	85,9	90,7	94,4	81,1	81,4	75,4	80,8
s	6,4	11,7	22,1	9,0	22,6	3,6	3,8
	mit Bad						
m	74,1	84,6	85,4	82,6	69,8	74,7	70,4
s	10,4	9,2	12,0	10,6	10,2	2,9	4,6

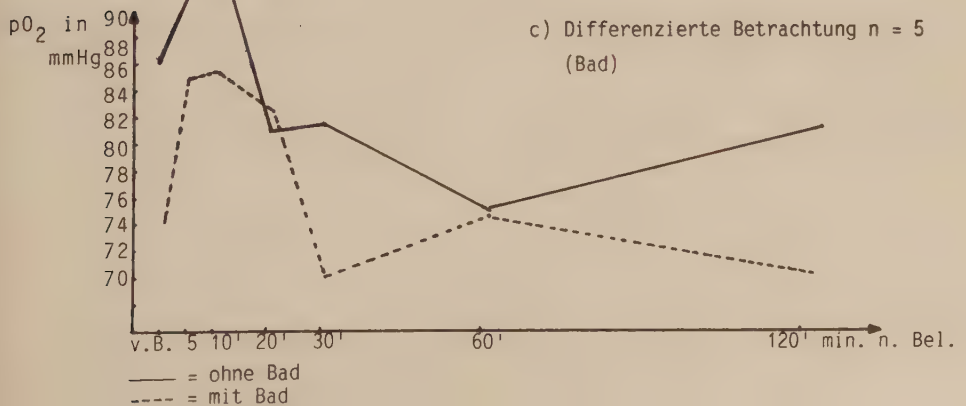
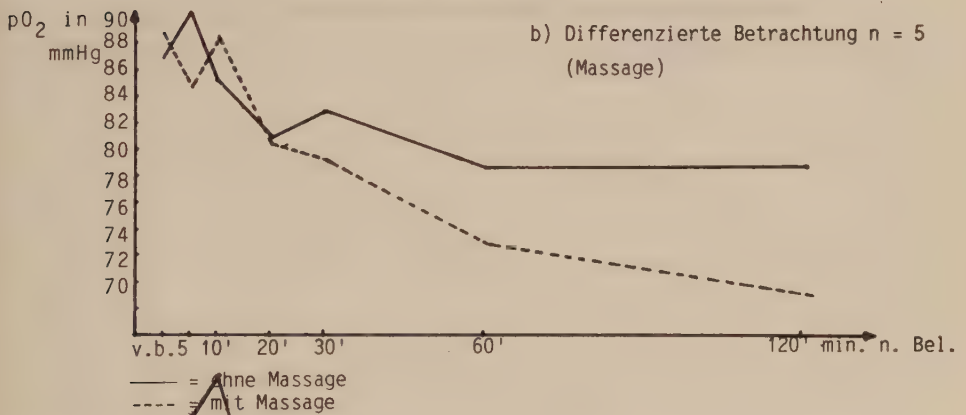
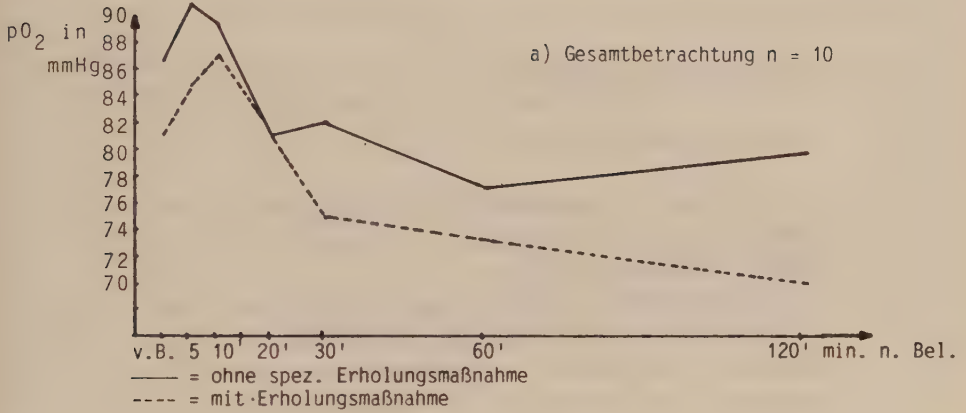
t - Test für pO_2

Statistischer Vergleich der Ergebnisse

	Signifikanz
a) Mittelwerte ohne spezielle Erholungs- maßnahme gegen Mittelwerte mit Erholungs- maßnahme (Gesamtbetrachtung $n = 10$) $t = 3,1$ $0,01 > p > 0,005$	++
b) Mittelwerte ohne Entmüdungsmassage ge- gen Mittelwerte mit Entmüdungsmassage ($n = 5$) $t = 1,8$ $0,10 > p > 0,05$	Ø
c) Mittelwerte ohne Entmüdungsbad gegen Mittelwerte mit Entmüdungsbad ($n = 5$) $t = 2,7$ $0,0125 > p > 0,01$	++

Signifikanz:	$p > 0,05$	statistisch nicht signifikant	Ø
	$0,05 > p > 0,02$	statistisch schwach sign.	+
	$0,02 > p > 0,001$	statistisch signifikant	++
	$0,001 > p$	statistisch hoch sign.	+++

Diagramme pO_2



4.3.4. HCO_3

In allen drei Diagrammen (a, b und c) zeigen die Verläufe der Mittelwertskurven einen statistisch signifikanten Unterschied.

In allen drei Diagrammen ist der Wiederanstieg des HCO_3 unmittelbar nach Ende der Belastung (5. - 30. Minute) bei den Mittelwertskurven ohne spezifische Erholungsmaßnahmen steiler, nähert sich nach 1 und 2 Stunden aber weniger dem Ruheausgangswert als die Mittelwertskurven mit Erholungsmaßnahmen. Also ist auch beim HCO_3 eine erkennbare positive Auswirkung der Erholungsmaßnahmen im späteren Abschnitt der Erholungsphase gegeben.

Mittelwert m und Standardabweichung s der HCO_3 -Werte

Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme							
	Ruhewert	5'	10'	20'	30'	60'	120'
m	28,3	19,3	22,4	24,9	26,2	27,2	26,9
s	1,1	7,0	6,1	4,2	2,5	1,3	1,2
					mit Erholungsmaßnahme		
m	23,8	18,2	19,2	20,8	22,1	24,3	22,9
s	2,0	4,1	4,6	2,6	2,5	3,3	2,1
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$							
					ohne Massage		
m	28,1	23,5	25,3	27,0	27,4	27,7	27,1
s	1,1	6,7	5,1	3,1	2,1	0,9	1,3
					mit Massage		
m	23,3	20,3	20,8	22,4	23,2	24,4	22,7
s	2,4	4,3	2,1	2,1	2,0	4,0	2,5
					ohne Bad		
m	28,4	15,1	19,6	22,8	25,0	26,7	26,7
s	1,2	4,6	6,2	4,3	2,5	1,7	1,2
					mit Bad		
m	24,2	16,1	17,6	18,9	20,7	24,0	23,0
s	1,8	3,0	6,2	1,7	2,7	2,4	1,9

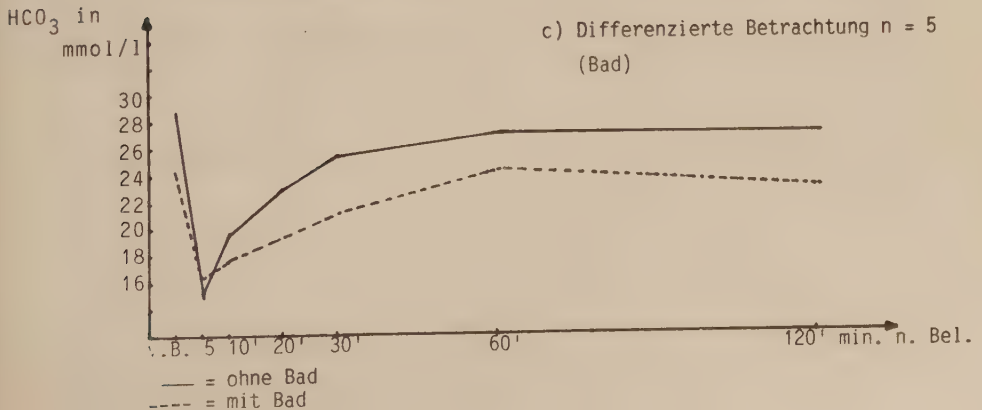
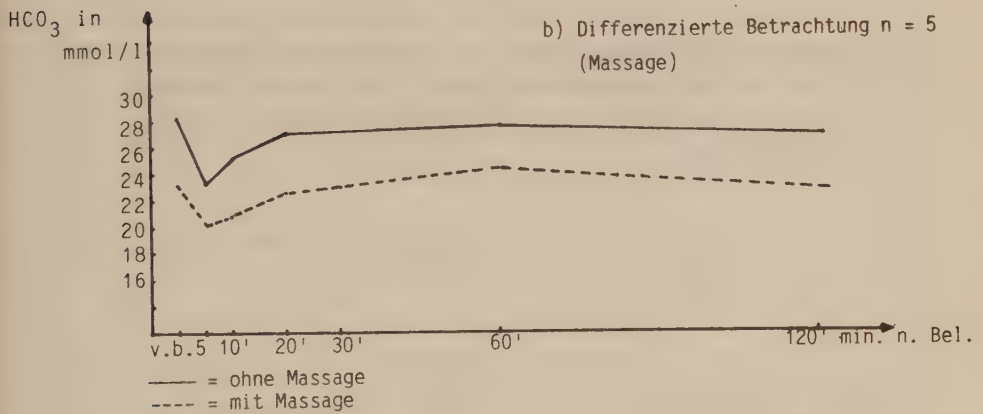
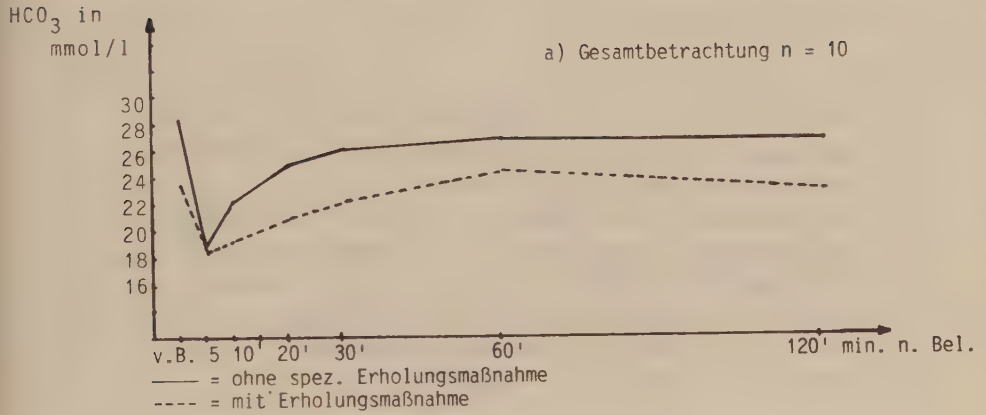
t - Test für HCO_3

Statistischer Vergleich der Ergebnisse

	Signifikanz
a) Mittelwerte ohne spezielle Erholungs- maßnahme gegen Mittelwerte mit Erholungs- maßnahme (Gesamtbetrachtung n = 10) t = 6,8 0,0005 > p	+++
b) Mittelwerte ohne Entmüdungsmassage ge- gen Mittelwerte mit Entmüdungsmassage (n = 5) t = 15,8 0,0005 > p	+++
c) Mittelwerte ohne Entmüdungsbad gegen Mittelwerte mit Entmüdungsbad (n = 5) t = 3,2 0,005 > p > 0,0025	++

Signifikanz:	p > 0,05	statistisch nicht signifikant	Ø
	0,05 > p > 0,02	statistisch schwach sign.	+
	0,02 > p > 0,001	statistisch signifikant	++
	0,001 > p	statistisch hoch sign.	+++

Diagramme HCO_3



4.3.5. Base excess (BE)

Wie beim HCO_3 zeigen auch beim BE alle drei Diagramme (a, b und c) im Verlauf der Mittelwertskurven einen statistisch signifikanten Unterschied. In allen drei Diagrammen ist der Wiederanstieg des BE unmittelbar nach Ende der Belastung (5. - 30. Minute) bei den Mittelwertskurven ohne spezifische Erholungsmaßnahmen steiler, nähert sich aber wie der HCO_3 nach 1 und 2 Stunden weniger dem Ruheausgangswert, als die Mittelwertskurven mit Erholungsmaßnahmen.

Für alle Blutgasparameter, mit Ausnahme des pO_2 , kann eine deutlich positive Auswirkung der Massage und des Bades im späteren Abschnitt der Erholungsphase aufgezeigt werden.

Mittelwert $\bar{m}$ und Standardabweichung s der BE-Werte

Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme							
	Ruhewert	5'	10'	20'	30'	60'	120'
m	5,5	-4,5	-0,7	2,1	3,7	4,3	4,3
s	1,5	8,5	7,3	4,4	3,0	1,2	1,2
m	0,5	-5,5	-3,5	-1,7	mit Erholungsmaßnahme		
s	1,9	5,2	5,8	2,4	-0,9	1,4	0,5
					2,5	3,8	1,2
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$							
					ohne Massage		
m	5,9	0,7	2,4	4,5	4,8	5,0	4,6
s	0,9	6,7	5,0	2,7	1,8	0,9	1,4
m	0,4	-2,9	-1,8	-0,4	mit Massage		
s	2,1	5,6	3,4	2,5	0,2	1,6	0,5
					2,1	5,2	1,1
					ohne Bad		
m	5,2	-9,6	-3,8	-0,3	2,0	3,5	4,1
s	1,8	7,2	8,4	4,9	4,8	1,0	1,1
m	0,6	-8,2	-5,1	-3,0	mit Bad		
s	2,3	4,7	10,2	1,7	-2,3	1,1	0,5
					3,6	1,4	1,6

t - Test für base excess (BE)

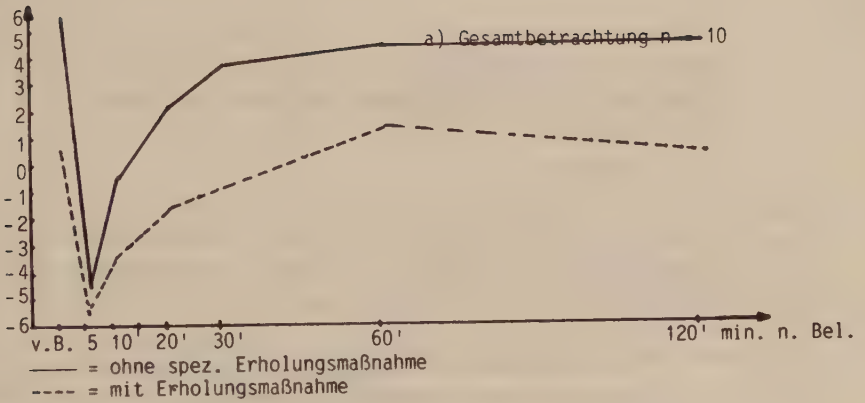
Statistischer Vergleich der Ergebnisse

	Signifikanz
a) Mittelwerte ohne spezielle Erholungs- maßnahme gegen Mittelwerte mit Erholungs- maßnahme (Gesamtbetrachtung n = 10) t = 6,1 0,0005 > p	+++
b) Mittelwerte ohne Entmüdungsmassage ge- gen Mittelwerte mit Entmüdungsmassage (n = 5) t = 17,7 0,0005 > p	+++
c) Mittelwerte ohne Entmüdungsbad gegen Mittelwerte mit Entmüdungsbad (n = 5) t = 2,6 0,025 > p > 0,0125	++

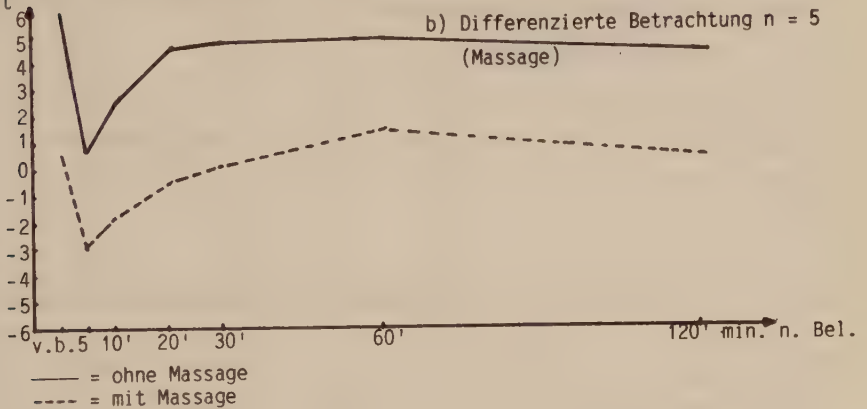
Signifikanz:	p > 0,05	statistisch nicht signifikant	Ø
	0,05 > p > 0,02	statistisch schwach sign.	+
	0,02 > p > 0,001	statistisch signifikant	++
	0,001 > p	statistisch hoch sign.	+++

Diagramme BE

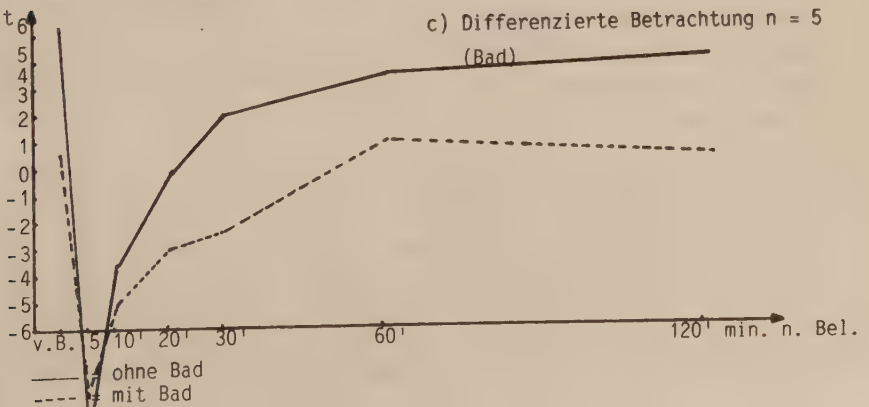
BE-Wert



BE-Wert



BE-Wert



4.4. Enzyme

Zahlreiche Untersuchungen lassen erkennen, daß sich unter dem Einfluß von Muskeltätigkeit und sportlicher Belastung die Aktivität zahlreicher Enzyme im Blut verändert.

In dieser Arbeit wird unter anderem versucht, eine Aussage über die Wirkung von Erholungsmaßnahmen auf die Aktivitäten folgender Enzyme machen:

- Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)
- Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)
- Laktat-Dehydrogenase (LDH)
- Creatin-Kinase (CK)

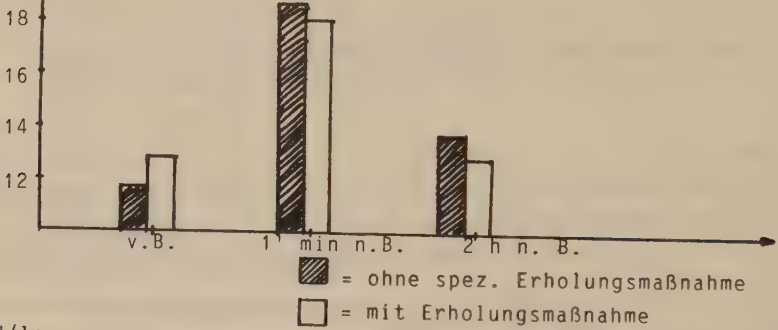
Mittelwert m und Standardabweichung s der GOT-Werte

Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme			
	Ruhewert	1' min nach Belastung	2 h nach Belastung
m	11,8	18,6	13,3
s	2,9	7,1	5,3
		mit Erholungsmaßnahme	
m	12,9	17,9	12,9
s	2,2	4,7	1,8
		Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$	
		ohne Massage	
m	12,2	19,8	11,4
s	1,6	6,0	1,7
		mit Massage	
m	12,0	16,1	12,0
s	1,0	2,5	1,1
		ohne Bad	
m	11,4	17,2	15,3
s	4,1	9,0	7,1
		mit Bad	
m	13,7	19,7	13,8
s	2,8	5,9	2,0

Diagramme GOT

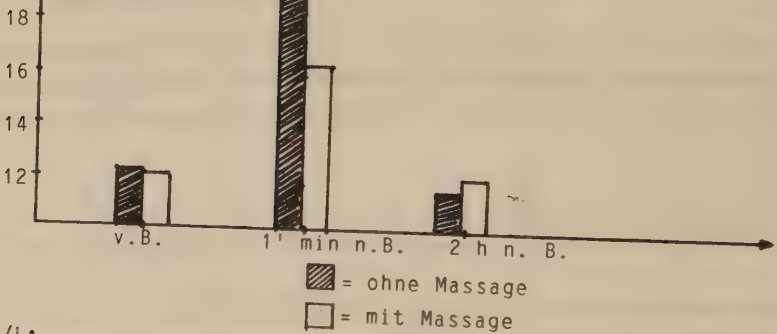
GOT in U/l

a) Gesamtbetrachtung n = 10



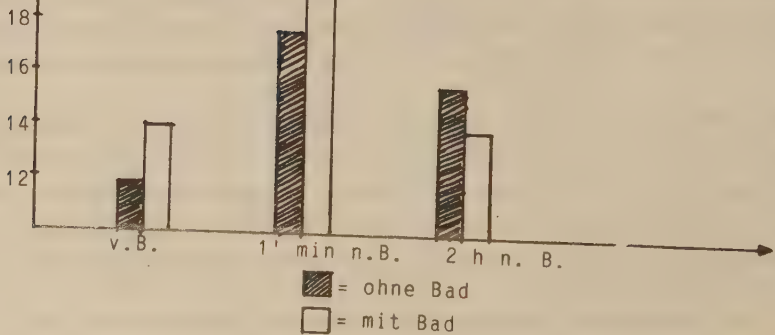
GOT in U/l

b) Differenzierte Betrachtung n = 5
(Massage)



GOT in U/L

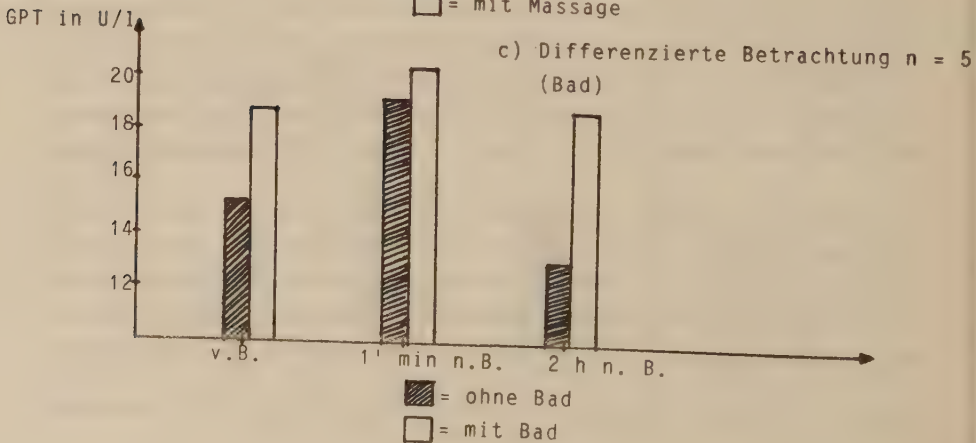
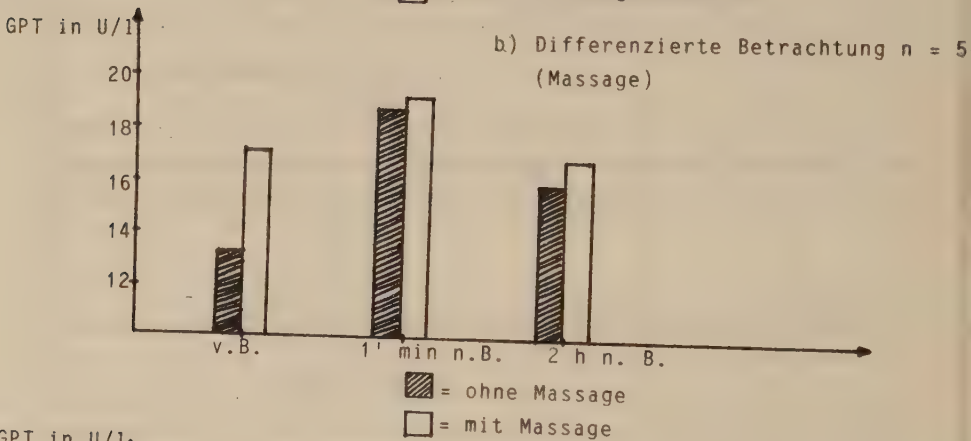
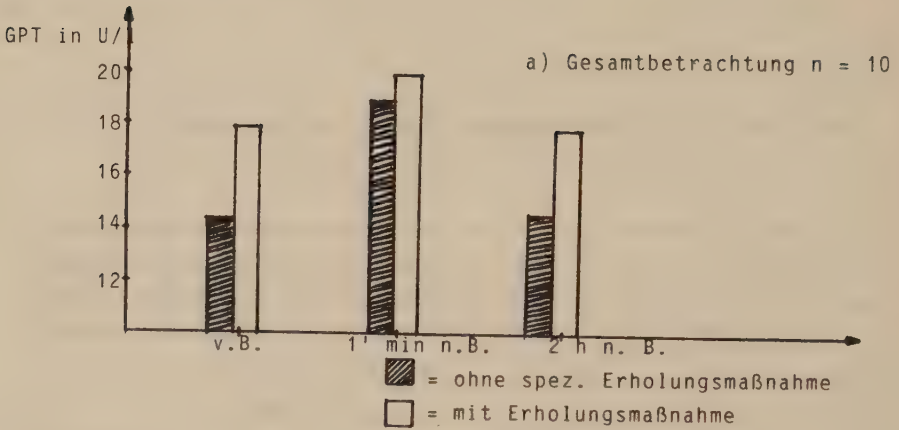
c) Differenzierte Betrachtung n = 5
(Bad)



Mittelwert m und Standardabweichung s der GPT-Werte

Gesamtbetrachtung n = 10 ohne spez. Erholungsmaßnahme			
	Ruhewert	1' min nach Belastung	2 h nach Belastung
m	14,3	18,7	14,3
s	3,0	3,1	2,7
mit Erholungsmaßnahme			
m	17,9	19,8	17,8
s	2,8	4,0	2,9
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) n = 5			
ohne Massage			
m	13,4	18,8	15,9
s	1,7	4,2	1,6
mit Massage			
m	16,9	19,1	16,8
s	2,6	3,9	2,0
ohne Bad			
m	15,2	18,6	12,7
s	4,0	1,4	2,7
mit Bad			
m	18,9	20,5	18,7
s	2,9	4,4	3,6

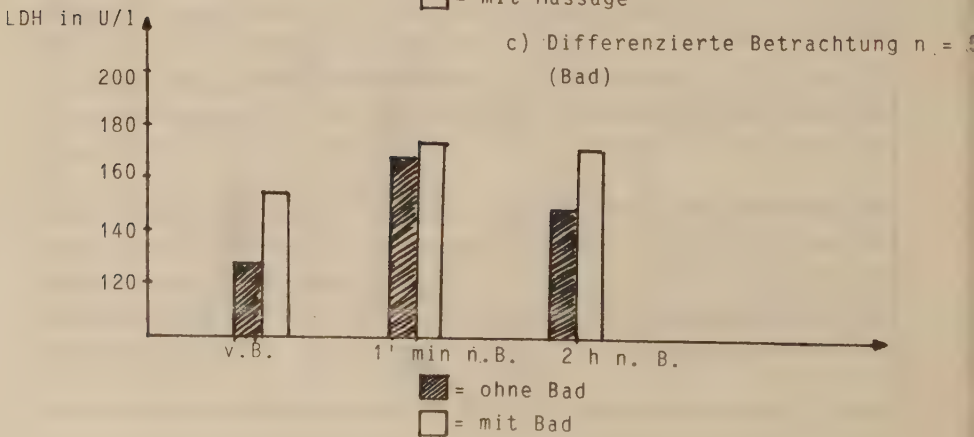
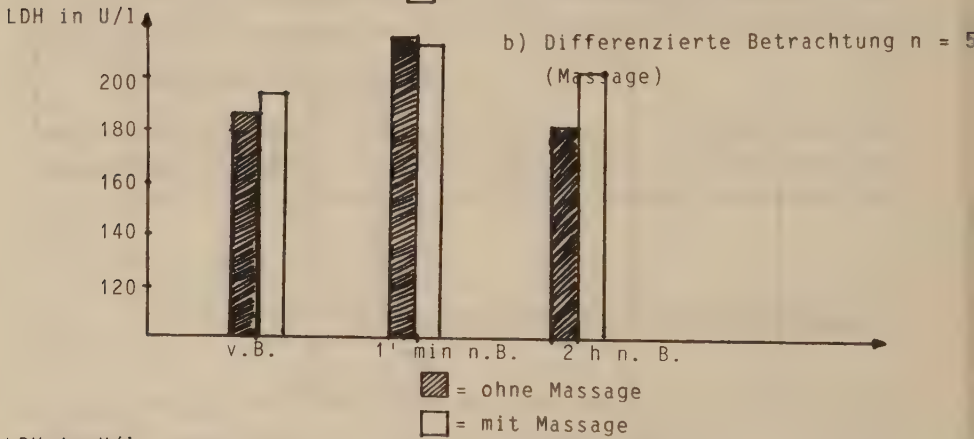
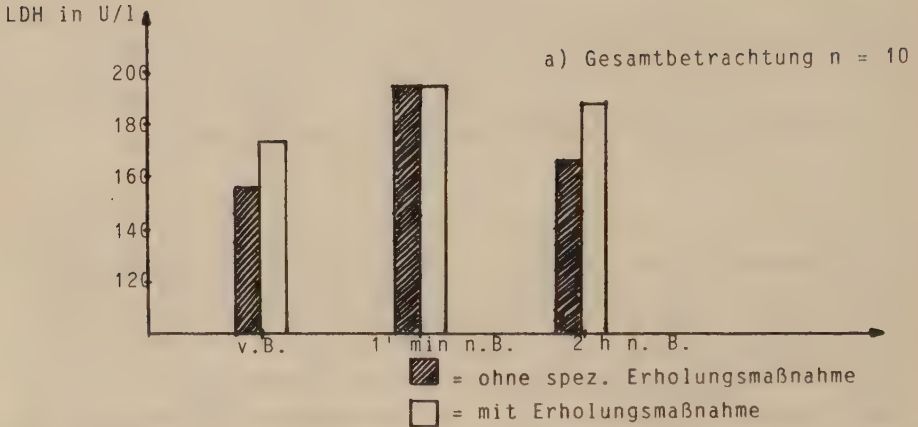
Diagramme GPT



Mittelwert m und Standardabweichung s der LDH-Werte

Gesamtbetrachtung n = 10 ohne spez. Erholungsmaßnahme			
	Ruhewert	1' min nach Belastung	2 h nach Belastung
m	156,0	193,0	165,0
s	40,2	43,0	30,5
		mit Erholungsmaßnahme	
m	174,0	193,0	188,0
s	38,4	34,0	31,2
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) n = 5			
		ohne Massage	
m	183,0	212,6	180,4
s	29,8	48,2	31,2
		mit Massage	
m	192,2	210,6	205,2
s	42,2	27,3	30,8
		ohne Bad	
m	126,4	168,0	148,8
s	27,3	19,1	22,3
		mit Bad	
m	156,4	174,8	171,6
s	27,2	32,5	17,2

Diagramme LDH

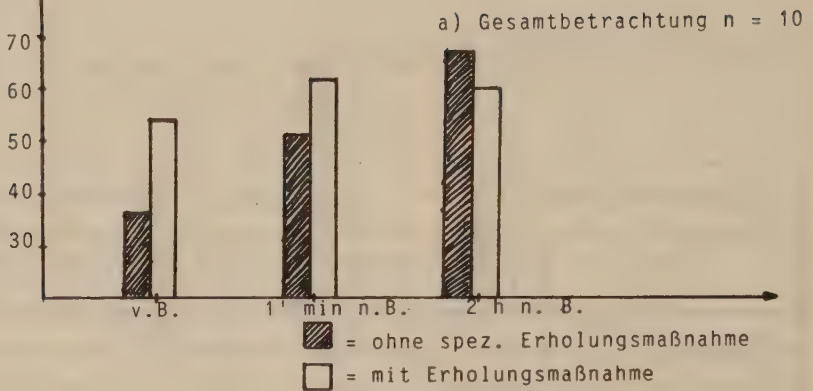


Mittelwert m und Standardabweichung s der CK-Werte

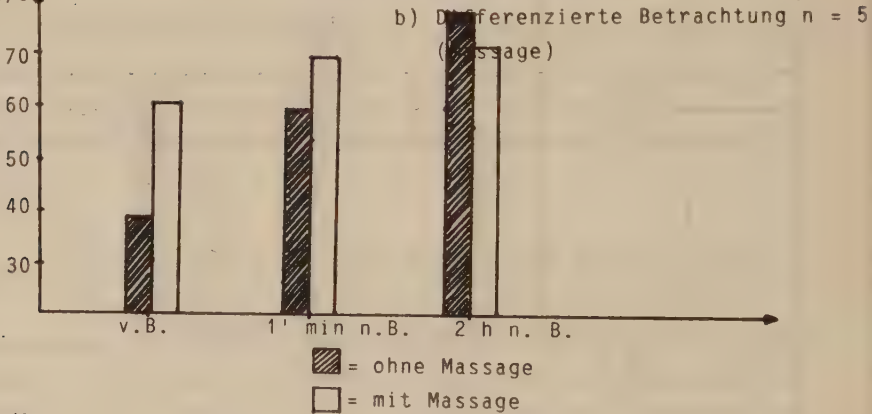
Gesamtbetrachtung $n = 10$ ohne spez. Erholungsmaßnahme			
	Ruhewert	1' min nach Belastung	2 h nach Belastung
m	34,8	50,7	66,0
s	15,5	20,9	29,9
mit Erholungsmaßnahme			
m	52,2	61,9	59,6
s	33,6	38,6	34,4
Differenzierte Betrachtung (Massage und Bad) $n = 5$			
ohne Massage			
m	38,4	58,2	77,7
s	17,0	26,1	37,5
mit Massage			
m	60,5	68,5	70,1
s	37,6	43,9	35,7
ohne Bad			
m	31,2	41,4	54,4
s	14,7	6,8	16,5
mit Bad			
m	43,9	55,3	49,1
s	30,9	36,4	33,3

Diagramme CK

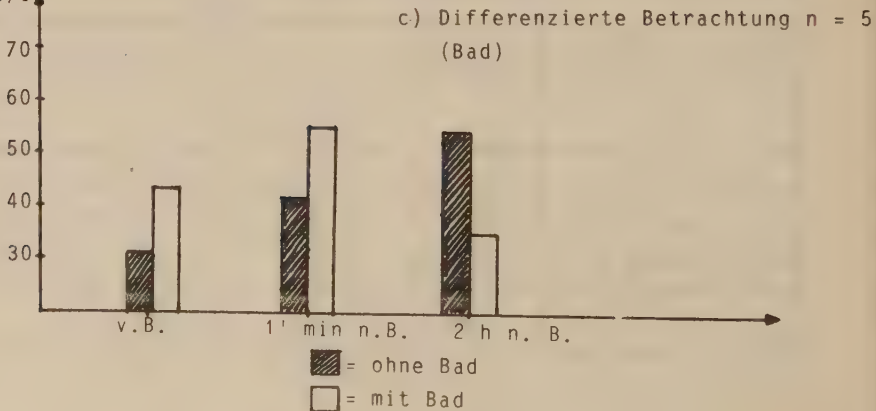
CK in U/l



CK in U/l



CK in U/l



Bei allen Enzymen ist unmittelbar nach der Belastung ein deutlicher Aktivitätsanstieg zu erkennen, was durch andere Untersucher ebenfalls beschrieben wird. Nach 2 Stunden ist meist der Ruheausgangswert wieder erreicht.

Zwischen den Mittelwerten mit und ohne Erholungsmaßnahmen ist bei keinem der gemessenen Enzyme ein signifikanter Unterschied nachweisbar. Daraus folgt, daß die Erholungsmaßnahmen keinen wesentlichen meßbaren Einfluß auf die Enzymaktivitäten haben.

Der Grund hierfür kann auch methodisch bedingt sein. Denn durch die geringe Anzahl und den großen zeitlichen Abstand (1 min und 2 h nach Belastung) der Messungen können Veränderungen (durch Massage und Bad), die in diesem Intervall liegen könnten, nicht erfaßt werden. Eine genauere Untersuchung hierüber wäre denkbar.

5. Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit sollte der Nachweis erbracht werden, daß sich Entmüdungsmassage und Entmüdungsbad auf die Regenerationsfähigkeit nach sportlicher Belastung auswirken.

Die Untersuchungen wurden im Sportmedizinischen Untersuchungszentrum des BLSV in Grünwald durchgeführt.

Dazu wurden bei 10 gut trainierten Handballspielern vor und nach einer dreißigminütigen Laufband-Belastung (Geschwindigkeit 12 km/h) das Serumlaktat, die Blutgase ($p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$, HCO_3), der pH, der base excess sowie die Pulsfrequenz und die muskelspezifischen Enzymaktivitäten (GOT, GPT, LDH, CK) bestimmt. Nach einer zweiten ebenso gearteten Laufband-Belastung wurden 5 Sportler im Anschluß daran einer 30 minütigen Entmüdungsmassage unterzogen. 5 andere Sportler hielten sich nach der Belastung 15 Minuten in einem Entmüdungsbad bei einer Temperatur von 36 Grad auf.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann folgendes zur Diskussion gestellt werden:

- 1.) Sowohl durch die Entmüdungsmassage als auch durch das Entmüdungsbad wird der Laktatabbau beschleunigt.
- 2.) Die Entmüdungsmassage und das Entmüdungsbad führen zu einem schnelleren Rückgang der Pulsfrequenz.
- 3.) Bei allen Parametern der Blutgase (mit Ausnahme des $p\text{O}_2$), des pH und des base excess ist am Ende der Erholungsphase von 15 Minuten ein deutlich schnelleres Einpendeln auf den Ausgangswert festzustellen.

- 4.) Eine Beeinflussung der Enzymaktivitäten durch die Entmüdungsmassage oder durch das Entmüdungsbad wird nicht beobachtet.
- 5.) Ein signifikanter Unterschied der positiven Auswirkung auf die Regenerationsfähigkeit zwischen den beiden Entmüdungsmaßnahmen - Bad und Massage - bezüglich der hier untersuchten Parameter kann nicht aufgezeigt werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann man den Wert dieser beiden Entmüdungsmaßnahmen, der längst empirisch belegt worden ist, nicht mehr in Abrede stellen.

6. Literatur

- 1.) Amelung, W.,
Vogt, H.: Einführung in die Balneologie und
medizinische Klimatologie, Springer,
Heidelberg 1952
- 2.) Astrand, Hall-
bäck, Hedmann,
Saltin: Blood lactate after prolonged severe
exercise J. Appl. Physiol. 18 (1963)
619-622
- 3.) Bandow, R.: Sauerstoffaufnahme, Atemminutenvo-
lumen, Atemäquivalent und Sauerstoff-
puls während und nach Fahrradergometer-
belastung bei gut trainierten Sportlern,
Dissertation, Hamburg 1972
- 4.) Blum, B.: Vorbereitende Maßnahmen für den Wett-
kampf und Regenerationsmaßnahmen bei
Individualsportarten, Sportphysio-
therapie
- 5.) Diamant, B.,
Karlsson, J.,
Saltin, B.: Muscle tissue lactate after maximal
exercise in man, Acta physiol. scand.
72 (1968) 383-384
- 6.) Donath, R.,
Clausnitzer, C.,
Schüler, K.-P.: Zur Bewertung des Blutlaktatverhaltens
in der sportmedizinischen Funktionsdia-
gnostik
- 7.) Eifler, R.: Serumenzymbestimmungen vor und nach
spez. Ausdauerbelastung bei Radrenn-
fahrern, Dissertation, Frankf.a.M. 1973

- 8.) Faßbender, D.G.: Die Wirkung von Arbeitszeit und Leistung auf die phys. Ermüdung, gemessen an der Erholungspulssumme, Dissertation, Köln 1969
- 9.) Fey, Chr.,
Lampert, H.: Hydrotherapie, Verlag für phys. Medizin, Heidelberg 1969
- 10.) Froreich, A.J.von: Das Verhalten von Harnsäure, GOT, GPT, LDH und CK bei Hochleistungssportlern unter Wettkampfbedingungen in den Laufdisziplinen 400 m, 10.000 m, Marathonlauf, Dissertation, Hamburg 1971
- 11.) Grajewskaja, N.D.,
Ioffe, L.Ä.: Einige theor. und prakt. Aspekte des Problems der Wiederherstellung im Sport, Teorija i praktika fisitscheskoi kultury, Moskau, 4 (1973) 16 - 21
- 12.) Happel, O.P.: Über den Sauerstoffverbrauch im absteigenden Bade, Dissertation, Hamburg, 1970
- 13.) Heipertz, W.: Sportmedizin, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1972
- 14.) Hasper, H.: Untersuchungen über den Einfluß der Massage auf Lungenfunktion und körperliche Höchstleistung, Dissertation, Hamburg 1970
- 15.) Haralambie, G.: Biochem. Erscheinung mit negativem Charakter bei Belastung, Bukarest 1966
- 16.) Heipertz, W.: Wirkung physiotherapeutischer Maßnahmen auf die Durchblutung von Haut und Muskulatur des Menschen, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1967
- 17.) Heining, H.H.: Untersuchung über den Einfluß von Muskelganzmassagen auf die Blutzusammensetzung und auf einige Enzymaktivitäten im Serum, Dissertation, Hamburg 1969

- 18.) Henschel, H.D.: Zur Wirkungsweise und Indikation der klassischen Massage, Zschr. Phys. Therapie 1 (1980)
- 19.) Hochrein, M.,
Schleicher, J.: Leistungssteigerung, Leistung, Übermüdung, Gesunderhaltung, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1953
- 20.) Hollmann, W.,
Mader, A.: Zur Bedeutung der Stoffwechselleistungsfähigkeit des Eliteruderers im Training und Wettkampf, Beiheft zu Leistungssport. 9 (1977)
- 21.) Huber, G.,
Keul, J.,
Kindermann, W.,
Stoklasa, L.: Herzfrequenzen, Laktatspiegel und pH bei versch. Trainingsformen im Kraulschwimmen, Deutsch. Zschr. f. Sportmedizin 10 (1978) 282-291
- 22.) Jagemann, K.,
Pansold, B.,
Roth, W.: Die Rolle des Laktats bei der Einschätzung des muskulären Trainingszustandes und einige kritische Bemerkungen zum "base excess"-Laktat-Verhältnis, Med. Sport 9(1969)174-179
- 23.) Jahnke, M.: Der Einfluß von Überwärmungsbädern auf Enzyme im Intermediärstoffwechsel, Archiv f. phys. Therapie, Thieme, Leipzig 18(1966)19-27
- 24.) Jakowlew, N.N.: Sportbiochemie, Sportmed. Schriftenreihe 14, Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1977
- 25.) Kaiser, H.: Kneipsche Hydrotherapie, Kneipp-Verlag GmbH, Bad Wörishofen 1975

- 26.) Kindermann, W.,
Keul, J.: Anaerobe Energiebereitstellung im
Hochleistungssport, Verlag Karl Hof-
mann, Schorndorf 1977
- 27.) Kindermann, W.,
Keul, J.: Anaerobe Kapazität bei verschiedenen
körperlichen Belastungsformen, Beiheft
zu Leistungssport, 9(1977)
- 28.) Kosiek, J.P.,
Klaus, E.J.: Das Verhalten des Glukose-, Laktat-,
Pyruvat- und Cholesterinspiegels im
Serum nach erschöpfender Ergometerarbeit
bei Sportlern, Med. Welt 40(1968)2154-2160
- 29.) Kremser, Fr.: Der Einfluß verschiedener Trainingsformen
auf den Laktatspiegel im Serum und auf
die Herzfrequenz, Dissertation, München 1974
- 30.) Kukowka, A.: Physikalische Therapie und Balneologie
VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1959
- 31.) Lachmann, H.: Lehrbuch der Massage und Hydrotherapie,
Verlag W. Mandrich, Wien-München-Bern 1977
- 32.) Lehrgangs-
skriptum: Gesellschaft für phys. Therapie im
Sport und Sportphysiotherapie e. V.
- 33.) Lenschow, P.: Das Verhalten von Laktat, Pyruvat, pH
und Stadardbicarbonat bei Belastung,
Dissertation, Frankfurt a. M. 1970
- 34.) Lütz, F.-Chr.: Untersuchungen über das Verhalten des
Säure-Basen-Haushaltes, der Blutge-
rinnungszeit und der Serumelektrolyte
Na, K und Ca bei jugendlichen Sportlern
vor und nach Belastung durch Training
und Fahrradergometer, Dissertation,
Frankfurt a. M. 1977
- 35.) Mietusch, K.P.: Untersuchungen über den Einfluß der
Massage auf die körperl. Leistungs-
fähigkeit, Dissertation, Hamburg 1969

- 36.) Otto, U.K.: Das Verhalten von Glucose, Pyruvat und Laktat bei Leistungssportlern unter Wettkampfbedingungen in den Laufdisziplinen 400 m, 10.000m und Marathonlauf, Dissertation, Hamburg 1974
- 37.) Pabst, H.: Über den Einfluß einer einmaligen Elektrolytgabe auf die Ausdauerleistungsfähigkeit von Langläufern, Physiotherapie, Verlag Otto Haase, Lübeck 71,2 (1980) 88-89
- 38.) Prokop, L.: Einführung in die Sportmedizin, Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart-New York 1976
- 39.) Schliephake, E.,
Smefs, R.,
Lampert, H.,
Pfleiderer, H.: Physikalische Therapie, Verlag Hans Huber, Bern-Stuttgart 1958
- 40.) Schmidt, G.: Der pO_2 , der pCO_2 und der pH nach sportlicher Belastung, Dissertation, Tübingen 1974
- 41.) Schmidtke, H.: Die Ermüdung, Verlag Hans Huber, Bern - Stuttgart, 1965
- 42.) Talyschjow, F.: Zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit nach dem Training, Wiss. Forschungsinstitut f. Körperkultur d. UDSSR, Moskau 1976
- 43.) Tschiene, P.: Zu einigen Fragen der Steuerung des Trainingsprozesses, Leistungssport 6(1976)
- 44.) Vogler, P.: Physiotherapie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1964
- 45.) Walkow, N.I.: Ermüdung und Wiederherstellung im Sport, Staatl. Zentralinstitut für Körperkultur der UDSSR, Moskau 1973
- 46.) Wassermann, K.: Lactate and related acid base and blood gas changes during constant load and graded exercise, Can. Med. Ass. J. 25 (1967) 775-778

Herrn Prof. Dr. med. Werner Keyl,
Staatl. Orthop. Klinik der Univer-
sität München, danke ich für die
Überlassung des Themas und für die
jederzeit gewährte Unterstützung.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn
Dr. med. Helmut Pabst, Leiter des Sport-
medizinischen Untersuchungszentrums des
BLSV, für seine unermüdliche Hilfe, bei
Herrn Biedermann für die Durchführung
der Massagen und besonders bei Frau Wun-
derlich für die Einarbeitung in das Labor.

Anhang: Lebenslauf

Name: Kurt Karl Steininger
Geburtsdatum: 03.02.47
Geburtsort: 8860 Nördlingen
Eltern: Hannes Steininger, geb. am 10.4.16, Graphiker,
Else Steininger, geb. Graf, geb. am 7.7.17,
Hausfrau, gest. am 10.10.61
Schulbesuch: 1953-1957 Evang. Volksschule Nördlingen
1957-1960 Oberrealschule mit Gymnasium, Nördlingen
1960-1963 Städt. Handelsschule Nördlingen
Abschluß: Mittlere Reife
Weitere Ausbildung: 1963-1966 Kaufm. Lehre bei der Kreis- und Stadt-
sparkasse Nördlingen
Abschluß: Kaufmannsgehilfenbrief
1966-1968 Bundeswehr
1968-1969 Angestellter bei der Kreis- und Stadt-
sparkasse Nördlingen
1969-1971 Sportstudium am Hochschulinstitut für
Leibesübungen, München
Abschluß: Staatl. geprüfter Turn- und
Sportlehrer
1971-1972 Sportlehrer an der Volksschule Toni-
Pföhl-Str. München
1973-1975 Münchenkolleg, Am Staudengarten, München
Abschluß: Allgemeine Hochschulreife
Medizinisches Studium: März 1976 Beginn des medizinischen Studiums an
der LMU München
März 1978 Physikum
März 1979 1. Teil der Ärztlichen Prüfung
März 1981 2. Teil der Ärztlichen Prüfung
März 1982 3. Teil der Ärztlichen Prüfung

